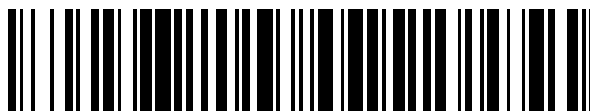


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 810**

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: **01.02.2012 PCT/EP2012/000425**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2012 WO12104066**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2012 E 12705973 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2670550**

54 Título: **Herramienta de taladrar y procedimiento de fabricación de taladros**

30 Prioridad:

**02.02.2011 DE 102011010821**  
**13.04.2011 DE 102011016960**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.01.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KRESS, DIETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 598 810 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 taladrar y procedimiento de fabricación de taladros

5 La invención se refiere a una herramienta de taladrar según el concepto general de la reivindicación 1 y un procedimiento para la fabricación de taladros según el concepto general de la reivindicación 7, véanse por ejemplo los documentos WO 2008/119320 A1, EP 2239075 A2, DE 202009017409 U1, US 1 747 117 A, DE 10 2006 025 294, US 4 720 218 A1.

10 Las herramientas de taladrar y los procedimientos para la fabricación de taladros, en particular en materiales compuestos, están conocidos. Los materiales compuestos consisten de al menos dos capas de materiales diferentes. En este sentido, al menos una capa consiste de modo preferente de una materia plástica reforzada con fibra, en particular una materia plástica reforzada con fibra de carbón (CFK). De modo preferente, al menos una segunda capa consiste de metal, en particular de aluminio o titanio. Dichos materiales compuestos se utilizan sobre todo allí donde deben transferirse unas cargas elevadas con el peso más reducido posible. Ello pueden ser por ejemplo puntos de unión entre componentes estructurales u otros puntos altamente cargados, por ejemplo en construcciones de avión. De modo correspondiente, los materiales compuestos se utilizan sobre todo, pero no exclusivamente en la industria aeronáutica. Se ha mostrado que, debido a las diversas características específicas de arranque de viruta y otros parámetros físicos de las diversas capas de material en los materiales compuestos, también conocidos como "stacks", es difícilmente posible fabricar unos taladros cuyo diámetro está determinado suficientemente bien en las capas individuales. En particular la diferencia de elasticidad de los diversos materiales provoca que un taladro que está atravesando diversas capas no presenta el mismo diámetro en las capas individuales. En este sentido, particularmente un taladro con una tolerancia limitada puede quedar fuera de la zona de tolerancia en al menos una capa. Incluso en el caso de que el taladro en un primer tiempo se perfora en una medida más reducida y después se procede al escariado de manera conocida hasta alcanzar la medida final, se observa una divergencia del diámetro en las diversas capas del material, lo que es molesto sobre todo en caso de taladros con tolerancias muy estrechas. Una desventaja adicional para un procedimiento de este tipo es que para ello hacen falta dos etapas de trabajo. Durante el escariado se produce adicionalmente el problema de que los escariadores típicos solamente presentan unos espacios reducidos para las virutas, mientras que los materiales compuestos comprenden a menudo unas capas resistentes durante cuyo recorte se generan largas virutas. Ello es el caso por ejemplo para el aluminio. Especialmente en caso de que el diámetro del taladro a ser escariado es pequeño, las largas virutas pueden obstruir los espacios de viruta del escariador y/o dañar la superficie del taladro. El mismo problema se produce también con los escariadores broca, es decir, con las herramientas de escariado y taladro combinadas. Por lo general, aquí los espacios de virutas son aun más reducidos que en los meros escariadores.

35 Por lo tanto, la invención se basa en el objeto de crear una herramienta de taladrar y un procedimiento para la fabricación de taladros, en particular en materiales compuestos, que eviten las desventajas mencionadas. En particular debe ser posible fabricar unos taladros en materiales compuestos que presenten de modo continuo un diámetro constante con tolerancias muy limitadas. El taladro debe ser capaz de ser fabricado en una sola fase de trabajo, y la herramienta de taladrar debe presentar una larga duración también con materiales muy abrasivos, por ejemplo reforzados con fibra, como el CFK, es decir, debe someterse solamente a un desgaste muy reducido.

40 El objeto es solucionado mediante la creación de una herramienta de taladrar con las características de la reivindicación 1. Dicha herramienta comprende una punta y un mango dispuesto de modo opuesto a la punta, visto en la dirección de un eje longitudinal de la herramienta de taladrar. En la región de la punta presenta por lo menos una cuchilla definida de manera geométrica. Está prevista una extensión de diámetro que sucede a la punta – visto en la dirección del eje longitudinal - presentando la herramienta una primera región con un primer diámetro que precede a la extensión de diámetro, y una segunda región con un segundo diámetro que sucede a la extensión de diámetro. El segundo diámetro es más grande que el primer diámetro. La herramienta de taladrar se caracteriza por el hecho de que la extensión de diámetro y/o la segunda región están configuradas de tal manera que, durante el mecanizado de una pieza, se realiza una formación de virutas en la región de la extensión de diámetro y/o la segunda región, que corresponde a la formación de virutas durante el mecanizado de una pieza con una cuchilla geoméricamente indeterminada. Es decir, en caso de que se realiza un taladro en una pieza de trabajo con la ayuda de la herramienta de taladrar, en las regiones mencionadas se realiza de modo preferente un mecanizado similar al rectificado o esmerilado. De esta manera, en particular en los materiales resistentes no pueden generarse virutas largas que eventualmente podrían obstruir los espacios de viruta de la herramienta de taladrar y/o dañar la superficie del taladro. De modo adicional, las diversas capas de un material compuesto en las regiones mencionadas son tratadas de tal manera que su diferencia de elasticidad u otras características diferentes, especialmente las características del arranque de virutas, ya no pueden surtir efecto de una forma tal que ello se reflejaría en diferentes diámetros del taladro después del mecanizado. La herramienta de taladrar presenta una larga duración incluso con materiales muy abrasivos tal como el CFK.

55 Se prefiere una herramienta de taladrar, en la cual la diferencia entre el primer y el segundo diámetro se elige de tal modo que se produce la formación de virutas correspondiente. Se evita una formación de virutas grandes o largas, seleccionando el valor por el cual el segundo diámetro difiere del primer diámetro, de tal manera que en la región de la extensión de diámetro y, de modo preferente, en la región del segundo diámetro, únicamente se arrancan de la

- pared del taladro previamente elaborada con el primer diámetro unas partículas reducidas, preferentemente en forma de polvo. Por lo tanto, la sobremedida del taladro preelaborado por la región del primer diámetro con respecto a la medida final del taladro acabado es tan escasa que se proporciona un arranque de partículas esencialmente en forma de polvo abrasivo en caso del mecanizado de una pieza de trabajo en la región de la extensión de diámetro, y de modo preferible en la segunda región. Se realiza entonces en al menos una de estas regiones un arranque de material que puede ser comparado más bien con aquel de un proceso de rectificado o esmerilado. Este material no puede obstruir los espacios de viruta de la herramienta de taladrar ni dañar la superficie de taladro, en particular porque puede ser evacuado sin problemas.
- Se prefiere una herramienta de taladrar, en la cual la región de la extensión de diámetro y la segunda región no presentan una cuchilla geoméricamente definida. En este caso no es posible que, en la región de la extensión de diámetro y/o la segunda región se realice una formación de virutas que corresponde a aquella en caso de mecanizar una pieza de trabajo con una cuchilla geoméricamente definida. En lugar de ello se realiza de modo preferente en las dos regiones la formación de virutas ya descrita que corresponde a un mecanizado con una cuchilla geoméricamente indeterminada.
- Asimismo se prefiere una herramienta de taladrar en la cual la región de la extensión de diámetro y, preferentemente también la segunda región, presentan unas cuchillas geoméricamente indeterminadas. En este caso es evidente que durante el mecanizado de una pieza de trabajo se produce aquí una formación de virutas que está predeterminada por las cuchillas geoméricamente indeterminadas.
- Se prefiere también una herramienta de taladrar que presenta un revestimiento, por lo menos en la región de la extensión de diámetro y en la segunda región. Dicho revestimiento, de manera preferente, puede ser un revestimiento diamantado. El revestimiento no está previsto necesariamente en la región entera del segundo diámetro. Lo esencial es que comprende la región de la extensión de diámetro y una región que sucede a la misma en la dirección del mango.
- De modo adicional se prefiere una herramienta de taladrar en la cual el revestimiento está provisto en una región de forma preferiblemente anular, que comprende por secciones la primera región, la región de la extensión de diámetro y por secciones la segunda región. En este caso, el revestimiento comprende preferiblemente una pequeña parte de la primera y la segunda región de modo que – visto en la dirección longitudinal – se forma un anillo relativamente delgado. De esta manera se puede economizar material de revestimiento, y al mismo tiempo están revestidas las partes de la broca esenciales para el mecanizado. De manera especialmente preferente, la punta de la broca permanece sin revestimiento.
- En particular se prefiere una herramienta de taladrar, en la cual la extensión de diámetro y el segundo diámetro están formados por el revestimiento. En este caso, un cuerpo de base de la herramienta de taladrar en la primera región no lleva revestimiento o únicamente un revestimiento delgado. De manera correspondiente, entonces la región de la extensión de diámetro y la segunda región están revestidas, y/o el espesor del revestimiento aumenta en esta región de tal manera que se forman la extensión de diámetro y el segundo diámetro para la herramienta. Especialmente en caso de que el revestimiento está realizado de grano grueso, por ejemplo si comprende un grano de diamante basto, el revestimiento en esta región proporciona un arranque de material que puede ser comparado con un proceso de rectificado o esmerilado.
- Unas realizaciones adicionales se desprenden de las reivindicaciones dependientes.
- El objeto es solucionado también creando un procedimiento para la fabricación de taladros con las características de la reivindicación 7. En particular para la fabricación de taladros en materiales compuestos se emplea de modo preferente una herramienta de taladrar según una de las reivindicaciones 1 a 20. La herramienta de taladrar utilizada en este procedimiento comprende una punta con al menos una cuchilla geoméricamente definida, un mango, un eje longitudinal, una extensión de diámetro así como una primera región del lado de la punta con un primer diámetro y una segunda región del lado del mango con un segundo diámetro. De manera conocida, la herramienta y la pieza de trabajo para la fabricación del taladro son giradas una con relación a la otra alrededor del eje longitudinal de la herramienta y al mismo tiempo son desplazadas axialmente la una hacia la otra. Típicamente, la herramienta de taladrar es accionada por un actuador de giro y es desplazada durante la fabricación del taladro en dirección axial, es decir, en dirección de su eje longitudinal, mientras que la pieza de trabajo descansa relativamente a un sistema estacionario de coordenadas. No obstante, ello no es tan esencial, únicamente decisivo es el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta. El procedimiento se caracteriza por el hecho de que en la región de la extensión de diámetro y/o la región del lado del mango se realiza una formación de virutas durante el mecanizado de una pieza de trabajo que corresponde a aquella durante el mecanizado de una pieza de trabajo con una cuchilla geoméricamente indeterminada. Ello significa que se realiza un arranque de material comparativamente fino que, de modo preferible, corresponde más bien al arranque en un proceso de rectificado o esmerilado. En este caso se producen las ventajas que ya han sido descritas en relación con la herramienta de taladrar.
- Se prefiere un procedimiento en el cual se elige un avance de la herramienta de taladrar con respecto a una pieza de trabajo a ser mecanizada en la dirección del eje longitudinal durante la fabricación de un taladro, de tal manera

que el avance por revolución y por cuchilla de la herramienta de taladrar es superior a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer diámetro. Por lo tanto, el avance es particularmente superior a la diferencia de radios entre la primera y la segunda región. En particular, el avance es superior a la altura de un grado que está configurado en la región de la extensión de diámetro, entre la primera región y la segunda región. A través de esta selección del avance se mejoran de manera considerable los resultados del taladro en particular con respecto a la precisión y las tolerancias de los taladros en materiales compuestos. Para calcular el avance de la herramienta de taladrar por revolución y por cuchillo, se divide el avance axial por revolución por el número de las cuchillas principales en la región de la punta.

Se prefiere un procedimiento en el cual el avance por revolución y cuchilla es mayor que la diferencia entre el segundo y el primer diámetro. En este caso, por lo tanto, el avance es mayor que el doble salto de radios o la doble altura de grado en la región de la extensión de diámetro.

Finalmente es particularmente preferido un procedimiento en el cual un taladro es fabricado en una sola fase de trabajo. En particular, después de la fabricación del taladro con la herramienta de taladrar ya no se requiere ningún mecanizado ulterior, en particular ningún escariado. Después de un único recorrido de herramienta, es decir, una inmersión y una emersión fuera del material, el taladro presenta un diámetro definido, también en las diversas capas de un material compuesto, así como una tolerancia limitada, de modo preferente en la región IT8 de acuerdo con ISO 286 o mejor.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de las figuras. Muestran:

Figura 1 una vista lateral esquemática de una herramienta de taladrar;

Figura 2 un detalle fuertemente ampliado de la herramienta de taladrar según la figura 1 en la región de una extensión de diámetro;

Figura 3 una vista lateral esquemática de un segundo ejemplo de realización de una herramienta de taladrar; y

Figura 4 una vista esquemática en sección transversal de un tercer ejemplo de realización de una herramienta de taladrar en la región de un segundo diámetro.

Figura 1 muestra una vista lateral esquemática de un primer ejemplo de realización de una herramienta de taladrar 1. Éste comprende una punta 3 y en un extremo opuesto un mango 5 que sirve de modo preferente para la sujeción de la herramienta de taladrar 1 en un alojamiento correspondiente de una máquina herramienta. Con el fin de aplicar un taladro en una pieza de trabajo no representada, se gira o la pieza de trabajo o la herramienta de taladrar 1 alrededor de un eje longitudinal 7 de la herramienta de taladrar 1. Al mismo tiempo, la pieza de trabajo y la herramienta de taladrar 1 son desplazadas la una con respecto a la otra en dirección del eje longitudinal 7, una hacia la otra, de modo que la herramienta de taladrar 1 puede penetrar con un segmento de mecanizado 9 en la pieza de trabajo y puede producir allí el taladro. De modo preferible, la pieza de trabajo descansa con relación a un sistema estacionario de coordenadas mientras que la herramienta de taladrar 1 es accionada de modo giratorio alrededor del eje longitudinal 7. Asimismo, de manera preferente la herramienta de taladrar 1 es desplazada o avanzada en la dirección del eje longitudinal 7 para que el segmento de mecanizado 9 pueda penetrar en la pieza de trabajo. Finalmente, sin embargo, únicamente es decisivo el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta de taladrar 1.

En la región de la punta 3, la herramienta de taladrar presenta por lo menos una cuchilla geoméricamente definida, preferiblemente al menos una cuchilla principal y una cuchilla secundaria, en el ejemplo de realización representado una primera cuchilla principal 11 con una cuchilla secundaria 13 seguidamente a la misma – visto en dirección axial – así como una segunda cuchilla principal 11' con una cuchilla secundaria 13' correspondiente. Es posible que están provistas únicamente una cuchilla 11 y una cuchilla secundaria 13. En otros ejemplos de realización están provistas más de dos cuchillas principales 11, 11' y más de dos cuchillas secundarias 13, 13'. En caso de que la herramienta de taladrar 1 es accionada de modo giratorio alrededor del eje longitudinal 7, en el ejemplo de realización representado, partiendo de la posición representada en la figura 1, durante una revolución la segunda cuchilla principal 11' sale del plano de la imagen y se desplaza en dirección hacia el observador. La primera cuchilla principal 11 se sumerge al mismo tiempo en el plano de la imagen, alejándose del observador.

En la figura 1 está representada una cara destalonada 15 que decae contrariamente a la dirección de giro de la herramienta de taladrar 1, cuyo borde secante forma la cuchilla principal 11 con una superficie cortante no representada. Asimismo está representada una cara destalonada secundaria 17 cuyo borde secante forma la cuchilla secundaria 13 con una superficie cortante no representada. En un ejemplo de realización preferido, en lugar de la cara destalonada secundaria 17 está provisto un chaflán de rectificado cilíndrico a través del cual la herramienta de taladrar 1 se apoya en el taladro.

De modo preferente, en la cara destalonada 15 está provista una abertura 19 en la cual desemboca un canal de medio refrigerante/lubricante que atraviesa la herramienta de taladrar 1. Mediante dicho canal, durante el mecanizado de una pieza de trabajo puede ser suministrado un medio refrigerante/lubricante que sale de la abertura 19 con el fin de refrigerar y/o lubricar la región de la punta 3. Al mismo tiempo, gracias al flujo de refrigerante/lubricante en la región de las cuchillas principales 11, 11' y cuchillas secundarias 13, 13' se evacúan las virutas formadas fuera del taladro. De modo preferente, la disposición descrita para la cuchilla principal 11 y la cuchilla secundaria 13 de la cara

destalonada 15, la cara destalonada secundaria 17 y la abertura 19 está provista de la misma manera también en la región de la cuchilla principal 11' y la cuchilla secundaria 13'. Por este motivo se renuncia a una descripción por separado.

5 En la figura 1 está representada aun una superficie cortante 21' cuyo borde secante, junto con una cara destalonada no representada, forma la segunda cuchilla principal 11'. Adicionalmente, un borde secante de la superficie cortante 21' forma con una cara destalonada secundaria, tampoco representada, la cuchilla secundaria 13'. Una superficie cortante correspondiente está provista también en la región de la cuchilla principal 11 y de la cuchilla secundaria 13, no estando la última representada en la figura 1.

10 Para la herramienta de taladrar 1 varias geometrías, en particular geometrías de cuchilla, en la región de la punta 3 son posibles. En particular, para el experto están conocidas unas geometrías especiales que están apropiadas particularmente para el mecanizado de materiales compuestos. El experto elegirá aquí sin problemas una geometría conocida, apropiada, razón por la cual aquí no se describirá en detalle. No obstante es esencial que en la región de la punta 3 esté provista al menos una cuchilla geoméricamente definida, afilada, en particular una cuchilla principal afilada y una cuchilla secundaria afilada.

20 En la dirección del eje longitudinal 7, en particular visto en la dirección del avance, la herramienta de taladrar 1 presenta, sucediendo a la punta 3, una extensión de diámetro 23. En este caso está prevista una primera región 25 con un primer diámetro a partir de la punta 3 – visto en la dirección longitudinal – hasta la extensión de diámetro 23. La extensión de diámetro 23 puede estar realizada como salto de diámetro o como extensión continua de diámetro, que se extiende a través de cierta sección de la longitud axial de la herramienta de taladrar 1. Ello será descrito en más detalle a continuación. En todos los casos, la extensión de diámetro comprende un extremo orientado hacia el mango 5, en el cual el diámetro de la herramienta de taladrar 1 ya no se amplía más. A partir de dicho extremo – visto en la dirección longitudinal – se extiende en la dirección del mango 5 una segunda región 27 con un segundo diámetro. Dicha región, en un ejemplo de realización, puede continuar hasta el mango 5. Sin embargo, de modo preferente, también es posible que la región 27 se extiende – visto a partir de la extensión de diámetro 23 – solamente a través de una cierta sección de la extensión longitudinal de la herramienta de taladrar 1 hasta el mango 5, en cuyo caso la herramienta de taladrar 1 puede comprender entonces, en la sección restante hasta el mango 5, un diámetro divergente, por ejemplo otra vez un diámetro más pequeño o, eventualmente, también un diámetro ampliado de nuevo.

El segundo diámetro en la segunda región 27 es más grande que el primer diámetro en la primera región 25.

35 La extensión de diámetro 23 y/o la segunda región 27 está/están realizadas de tal manera que aquí se efectúa una formación de virutas durante el mecanizado de una pieza de trabajo que corresponde a la formación de virutas durante el mecanizado de una pieza de trabajo con una cuchilla geoméricamente indeterminada.

40 De modo preferente, el segundo diámetro es como mucho tan superior al primer diámetro, que no se forman virutas largas o grandes en la segunda región 27 y en la región de la extensión de diámetro 23. Si, por lo tanto, la herramienta de taladrar 1 se sumerge a lo largo del eje longitudinal 7 en una pieza de trabajo, en la primera región 25 se genera en un primer tiempo un taladro que presenta una sobremedida con respecto al taladro a ser fabricado. El material que corresponde a la sobremedida es arrancado entonces en la región de la extensión de diámetro 23 o en la segunda región 27 si la herramienta de taladrar 1 se sumerge más en la pieza de trabajo. En este caso, la diferencia entre el primer o el segundo diámetro se elige de tal modo que, debido a la sobremedida reducida, se realiza de manera preferente un arranque de partículas esencialmente en forma de polvo abrasivo, de modo que allí el mecanizado se puede comparar más bien a un proceso de rectificado o esmerilado. Por lo tanto, la extensión de diámetro 23 y la región 27 que sucede a la misma – visto en dirección axial – también pueden ser caracterizadas como grado de rectificado. De manera preferible, el segundo diámetro es entre 0  $\mu\text{m}$  y aproximadamente 60  $\mu\text{m}$ , de modo especialmente preferente entre unos 10  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$ , y de modo más preferente aun es unos 30  $\mu\text{m}$  más grande que el primer diámetro. En particular se prefiere también un ejemplo de realización, en el cual una altura de grado de la extensión de diámetro 23, es decir, casi un salto de radios entre la región 25 y la región 27 es de 15  $\mu\text{m}$  como máximo. En este sentido, la profundidad de mecanizado en la región de la extensión de diámetro 23 o respectivamente de la región 27 es aproximadamente diez veces más reducida que las profundidades habituales de corte para el escariado.

55 De manera especialmente preferible, el valor en el cual el segundo diámetro sobrepasa el primer diámetro se elige, en función de un material compuesto a ser mecanizado, de tal modo que corresponde más o menos a un valor de la mayor divergencia de diámetro en las capas de material del material compuesto que se produce al penetrar un taladro en el material compuesto con una herramienta de taladrar sin extensión de diámetro. Por lo tanto, el experto averigua en un primer tiempo para un material compuesto determinado a ser mecanizado, cual es la divergencia de diámetro máxima que se produce en las capas del material si el material es mecanizado con una herramienta de taladrar convencional que no dispone de extensión de diámetro. Para el mecanizado de dicho material, el experto elige entonces una herramienta de taladrar 1 en la cual la diferencia entre el segundo diámetro y el primer diámetro corresponde aproximadamente al valor averiguado de la mayor divergencia de diámetro. Es decir, la herramienta de taladrar 1 puede estar adaptada de modo preferente a un material compuesto determinado o a un valor determinado

de la divergencia de diámetro en las capas del material. De modo correspondiente es posible proveer varias herramientas de taladrar 1 para diversos materiales compuestos.

La figura 2 muestra una vista detallada esquemática, fuertemente ampliada, de la herramienta de taladrar 1 según la figura 1. Los elementos idénticos y con funciones iguales están provistos de las mismas referencias, de modo que se hace referencia a este respecto a la descripción precedente. La extensión de diámetro 23 se extiende – visto en la dirección axial – preferentemente sobre una zona de extensión 29. Ello quiere decir que no está configurada como grado radial abrupto, sino que presenta una cierta extensión a lo largo del eje longitudinal 7. En la zona de la extensión 29, el diámetro de la herramienta de taladrar 1 aumenta de manera preferente de modo continuo desde la punta 3 hasta el mango 5. Una superficie circunferencial 31 de la herramienta de taladrar 1 describe en la zona de la extensión 29 preferentemente con el eje longitudinal 7 un ángulo agudo  $\alpha$ . Dicho ángulo asciende de manera preferible a entre unos  $60^\circ$  y unos  $80^\circ$ , de manera especialmente preferible aproximadamente a  $70^\circ$ . Se ha mostrado que las fuerzas aplicadas durante el mecanizado de una pieza de trabajo en la región de la extensión de diámetro 23 son más reducidas si el ángulo  $\alpha$  es más agudo o más pequeño. En particular en caso de que la extensión de diámetro 23 está realizada como salto de diámetro radial, es decir, si la superficie circunferencial 31 en esta zona describe un ángulo de unos  $90^\circ$  con el eje longitudinal 7, se ha conformado aquí una esquina altamente cargada que está expuesta a un desgaste elevado. Por lo tanto, un ángulo  $\alpha$  más agudo o más pequeño puede contribuir a una reducción del desgaste en esta zona. De este modo se logra una duración más larga de la herramienta de taladrar 1. Particularmente en caso de que la herramienta de taladrar 1 está revestida en la zona de la extensión de diámetro 23, un arranque del revestimiento puede ser reducido a través de un ángulo  $\alpha$  más pequeño, disminuyendo de este modo el desgaste.

De manera preferente, la zona de extensión 29 se extiende – visto en la dirección axial – sobre una longitud de 0 hasta unos 10 mm, de manera especialmente preferente sobre una longitud de unos 3 mm hasta aproximadamente 7 mm, y de manera aún más preferente sobre una longitud de aproximadamente 5 mm. Si la extensión de diámetro 23 comprende, por lo tanto, en este último caso más preferente, una altura de grado o ampliación de radio de 15 mm, el radio de la herramienta de taladrar 1 aumenta en la zona de extensión 29 en  $3 \mu\text{m}$  por milímetro.

La figura 3 muestra una vista lateral esquemática de un segundo ejemplo de realización de una herramienta de taladrar 1. Los elementos idénticos y con funciones iguales están provistos de las mismas referencias, de modo que se hace referencia a este respecto a la descripción precedente. La herramienta de taladrar 1 en el ejemplo de realización según la figura 3 presenta, al menos por secciones, un revestimiento, por lo menos en la región de la extensión de diámetro 23 y preferiblemente también en la segunda región 27. En el ejemplo de realización representado, el revestimiento se extiende, visto a partir de la punta 3 hasta el mango 5, desde una primera línea en trazos L hasta una segunda línea en trazos L'. Las líneas L, L' son líneas virtuales que deben indicar la extensión del revestimiento.

En otro ejemplo de realización es posible revestir la herramienta de taladrar 1 al menos en la sección entera de mecanizado 9, incluyendo la punta 3. En este caso, sin embargo, debe estar garantizado que el revestimiento en la región de la punta 3 es delgado, de grano fino – si es que lleva granulación del todo – y relativamente liso, para que las cuchillas en esta sección estén afiladas y para que se evite la acumulación de virutas. Adicionalmente se debe garantizar un desarrollo de mecanizado sin perturbaciones.

Es preferible no revestir la zona de la punta 3 para que la misma quede abrasiva en todos los casos.

De manera preferente, el revestimiento comprende un revestimiento diamantado o está realizado como revestimiento diamantado. De manera especialmente preferente, el revestimiento está realizado en grano basto, por lo menos en la zona de la extensión de diámetro 23, de manera preferente también en la zona 27. En particular cabe la posibilidad de que el revestimiento diamantado presente en esta zona una granulación en grano basto para permitir que, en la extensión de diámetro 23 y en la región 27, se realice un arranque de materiales especialmente eficiente que corresponde esencialmente al arranque de un proceso de rectificado o esmerilado. La granulación del revestimiento diamantado prevé de manera preferente unas cuchillas geoméricamente indeterminadas.

De modo preferente, el revestimiento también puede estar realizado como capa de protección contra el desgaste, particularmente en la zona de la extensión de diámetro 23, pero también en la región 27.

Visto desde la extensión de diámetro 23 hasta el mango 5, el revestimiento – visto en la dirección axial – puede extenderse tan lejos como se quiera. En particular, el revestimiento no tiene que acabarse necesariamente, tal como se representa en la figura 3, con la línea L'. Por otra parte, un revestimiento en la zona indicada por las líneas L, L' es suficiente y ahorra material y por lo tanto costes. Para ahorrar más costes en particular puede estar previsto que el revestimiento únicamente está provisto en la zona de la extensión de diámetro 23, o que empieza a unos milímetros axialmente delante de la extensión de diámetro 23 y se termina, de manera preferente, a unos milímetros detrás de la misma. Lo esencial es que, gracias al revestimiento preferiblemente de grano basto en la zona de la extensión de diámetro 23, se forma de manera preferente un grado de rectificado con cuchillas geoméricamente indeterminadas.

5 Se muestra lo siguiente: de manera preferente, el revestimiento está previsto en una zona que presenta preferentemente una forma anular, y que comprende por secciones la primera región 25, la zona de la extensión de diámetro 23 y, por secciones, la segunda región 27. En este sentido, el revestimiento en forma anular se extiende – visto en la dirección axial – preferiblemente tanto en la primera como en la segunda región, solamente sobre un trayecto corto, de modo especialmente preferente sobre unos pocos milímetros. En otro ejemplo de realización, sin embargo, también cabe la posibilidad de que el revestimiento se extiende, al menos en la segunda región 27, sobre un recorrido más largo, preferiblemente sobre la entera segunda región 27.

10 En la zona de la punta 3, la herramienta de taladrar 1 preferiblemente no está revestida para que esté realizada de modo abrasivo para el rectificado. En otro ejemplo de realización, sin embargo, también es posible que la herramienta de taladrar 1 presenta un revestimiento en la zona de la punta 3. De manera preferible, sin embargo, el mismo difiere del revestimiento en la zona de la extensión de diámetro y de modo preferible está realizado de manera especialmente lisa. En particular cabe la posibilidad de realizar el revestimiento de modo delgado en la zona de la punta 3. De esta manera se asegura que como mínimo una cuchilla geoméricamente definida en la zona de la punta 3 siempre esté abrasiva para el rectificado. En este caso es esencial que el revestimiento en la zona de la punta 3 esté mucho más liso que el revestimiento en la zona de la extensión de diámetro 23.

20 De modo preferible, la extensión de diámetro 23 y el segundo diámetro están formados por el revestimiento. Dicho revestimiento, por lo tanto, es aplicado de tal manera que su espesor aumente en la zona de la extensión de diámetro 23 y finalmente proporcione el segundo diámetro en la región 27. En este caso, particularmente el diámetro de un cuerpo de base de la herramienta de taladrar 1, sobre el cual se aplica el revestimiento, puede ser constante a lo largo del eje longitudinal 7. En caso de que el revestimiento en la zona de la extensión de diámetro 23 y de modo preferente también en la segunda región 27 está realizado en grano basto, o comprende una granulación diamantada de grano basto, se asegura allí un arranque de materiales que corresponde a aquel de un proceso de rectificado o esmerilado, es decir, finalmente a un mecanizado con una cuchilla geoméricamente indefinida.

25 Es posible que el cuerpo de base de la herramienta de taladrar 1 presente una geometría cilíndrica desde la zona de la extensión de diámetro 23 hasta el mango 5. En este caso – en discrepancia con respecto a los ejemplos de realización representados en las figuras – no están previstas ranuras en el cuerpo de base. Dichas ranuras finalmente no son obligatoriamente necesarias para el mecanizado, similar a un rectificado o un esmerilado, de una pieza de trabajo en la zona de la extensión de diámetro 23 y en la segunda región 27. No obstante facilitan una evacuación de partículas de material fuera del taladro.

30 Para el experto es evidente que, por lo demás, no tiene importancia si las ranuras están realizadas en forma de espiral – tal como en los ejemplos de realización según las figuras 1 a 4 – o se extienden en línea recta a lo largo del eje longitudinal 7. Unos ejemplos de realización con ambas geometrías son posibles.

35 La figura 4 muestra una vista esquemática en sección transversal de un tercer ejemplo de realización de una herramienta de taladrar 1, en donde el plano de corte – visto a partir de la punta 3 en dirección del eje longitudinal 7 – está dispuesto en la región 27, sucediendo a la extensión de diámetro 23. Los elementos idénticos y con funciones iguales están provistos de las mismas referencias, de modo que se hace referencia, a este respecto, a la descripción precedente. En la zona del plano de corte están previstos al menos dos dientes de rectificado, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 4 son cuatro dientes de rectificado 33, 33', 33" y 33'''. En este caso, los dientes de rectificado 33, 33" están formados por unas superficies que corresponden en cierto sentido a las caras destalonadas secundarias en la zona de la punta 3, estando provistas en el ejemplo de realización según la figura 4 en la punta 3 dos cuchillas principales y dos cuchillas secundarias con dos caras destalonadas secundarias correspondientes. Sin embargo, contrariamente a la geometría de punta donde están provistas unas cuchillas secundarias geoméricamente definidas y muy afiladas, los dientes de rectificado 33, 33' arrancan material de una pared de taladro 35 casi con su superficie entera. En la zona de la extensión de diámetro 23 y en la segunda región 27, por lo tanto, preferiblemente no están provistas cuchillas geoméricamente definidas. En particular, los dientes de rectificado 33, 33', 33", 33''' no comprenden cuchillas geoméricamente definidas. De manera preferente comprenden unas cuchillas geoméricamente indefinidas, por ejemplo un revestimiento en grano basto.

40 No obstante, también cabe la posibilidad de un ejemplo de realización en el cual está prevista al menos una cuchilla geoméricamente definida también en la zona de la extensión de diámetro 23 y/o en la región 27. Asimismo en este caso se realiza en las zonas mencionadas, sin embargo, una formación de virutas, que corresponde a aquella de un mecanizado con una cuchilla geoméricamente indeterminada, ya que el primer y el segundo diámetro difieren por consiguiente solamente en un valor pequeño. De modo preferente, no obstante, unas cuchillas geoméricamente indeterminadas están previstas en las zonas mencionadas de modo que, ya por este motivo, se realiza la correspondiente formación de virutas. El arranque de material es provocado preferiblemente por un revestimiento, de modo preferente de grano basto.

45 Se prefiere un ejemplo de realización en el cual, en la zona de la punta 3, está provista al menos una cuchilla geoméricamente definida, y en la zona de la extensión de diámetro y en la segunda región no está provista ninguna cuchilla geoméricamente definida, sino unas cuchillas geoméricamente indeterminadas. Al mismo tiempo, de manera preferible, la diferencia entre el primer y el segundo diámetro se elige mucho más reducida de lo que corresponde

a la profundidad de mecanizado normal, por ejemplo en caso de escariado. En este sentido, la altura de grado de la extensión de diámetro 23, es decir, en cierto modo el salto de radios entre la primera región 25 y la segunda región 27, adopta preferiblemente un valor de una de las gamas de valores ya mencionadas.

5 En la figura 4 están representadas unas superficies 37, 37' que corresponden a la superficie cortante 21' ilustrada en la figura 1, asociada a la cuchilla principal 11. Asimismo están representadas aquí unas ranuras 38, 38' que se prolongan hasta la punta 3, hasta las ranuras de viruta de la herramienta de taladrar 1. En la zona representada en la figura, no obstante, a las ranuras 38, 38' no se refiere como ranuras de viruta, ya que aquí no se produce un mecanizado con arranque de virutas. También cabe la posibilidad de que las partículas arrancadas de la pared de taladro 10 35, esencialmente en forma de polvo abrasivo, se acumulan en las ranuras 38, 38' y se evacúan a través de las mismas fuera del taladro o, eventualmente, son arrastradas por el medio refrigerante/lubricante que fluye a través de las ranuras 38, 38' llegando desde la punta 3.

15 Tal como ya se ha mencionado, no es importante si las ranuras de viruta o las ranuras 38, 38' están provistas en la herramienta de taladrar 1 en forma de espiral, o si se extienden en línea recta en la dirección del eje longitudinal 7. Ejemplos de realización con ambas geometrías son posibles, estando representados en las figuras 1 a 4 únicamente aquellos ejemplos de realización que comprenden las ranuras de viruta o ranuras 38, 38' en forma de espiral.

20 La dirección de giro de la herramienta de taladrar 1 durante el mecanizado de una pieza de trabajo está representada en la figura 4 a través de la flecha P.

25 La superficie circunferencial 31 salta hacia atrás – contrariamente a la dirección de revolución y visto en dirección radial - a partir de los dientes de rectificado 33, 33". Sucediendo a los dientes de rectificado 33, 33" – visto en la dirección del perímetro, contrariamente a la dirección de revolución – están conformados unos dientes de rectificado 33', 33''' en cuya región la superficie circunferencial 31 – visto en la dirección radial – vuelve a saltar hacia delante, de modo que aquí se arranca material de la pared de taladro. Sucediendo a los dientes de rectificado 33', 33''' – visto otra vez en la dirección del perímetro – la superficie circunferencial 31 salta hacia atrás – en dirección radial – hasta que realice finalmente una transición hacia las ranuras 38, 38'. Los dientes de rectificado 33', 33''' también pueden continuar, extendiéndose más allá de la extensión de diámetro 23, hasta la punta 3, y estar conformados como chaflanes de apoyo en la primera región 25 o en la zona de la punta 3. Por supuesto, en esta zona no se produce ningún arranque de material a través de los chaflanes de apoyo que sirven allí solamente para el centrado y la guía de la herramienta de taladrar 1.

35 De modo preferente, los dientes de rectificado 33, 33', 33", 33''' – visto en la dirección circunferencial – presentan una distancia angular dispar. De este modo se puede evitar en particular un traqueteo de la herramienta de taladrar 1. También en aquellos ejemplos de realización en las que la herramienta de taladrar 1 únicamente dispone de dos dientes de rectificado 33, 33", de manera preferente los mismos no están situados diametralmente uno opuesto al otro. En la figura 4 se puede percibir claramente que, por lo menos, los dientes de rectificado 33' y 33''' no están opuestos diametralmente. En particular, el diente de rectificado 33''' presenta una distancia angular más reducida con respecto al diente de rectificado 33 que el diente de rectificado 33' con respecto al diente de rectificado 33". Se prefiere una división angular dispar, en la que al menos un segundo diente de rectificado sucede a un primer diente de rectificado en un ángulo que difiere del ángulo en el cual un tercer diente de rectificado sucede al segundo diente de rectificado. Por lo tanto, dicho en otras palabras, en una herramienta de taladrar 1 que comprende por lo menos tres dientes de rectificado, al menos un diente de rectificado está dislocado a partir de su posición simétrica – visto 40 45 en la dirección del perímetro – de tal modo que ya no se produce una división angular igual o simétrica. Lo mismo es válido para una herramienta de taladrar 1 con cuatro o más dientes de rectificado. De manera particularmente preferente, todos los ángulos entre respectivamente dos dientes de rectificado son diferentes.

50 Un ejemplo de realización preferente de una herramienta de taladrar 1 comprende tres dientes de rectificado, en el cual un diente de rectificado sucede a otro diente de rectificado – visto en la dirección del perímetro – en aproximadamente 30° hasta unos 50°, de manera preferida en unos 35° hasta unos 45°, de manera especialmente preferida en aproximadamente 40°. Una herramienta de taladrar 1 de este tipo se ha mostrado ser especialmente poco propensa al traqueteo. Finalmente, de esta manera es posible aumentar la calidad de superficie del taladro fabricado con la herramienta de taladrar 1.

55 Los ejemplos de realización preferentes de la herramienta de taladrar 1, descritos hasta ahora, están realizados preferiblemente en una sola pieza. Un ejemplo de realización diferente de una herramienta de taladrar 1 puede estar conformado en múltiples piezas, en particular en dos piezas. En este caso, la primera región 25 está configurada de modo preferente como broca mientras que la segunda región y la zona de la extensión de diámetro 23 están realizadas como herramienta de rectificado, preferiblemente como una especie de piedra de rectificado. La herramienta de taladro 1 combinada puede ser compuesta preferiblemente con la ayuda de unas interfaces, conocidas por sí, de las dos herramientas parciales. Finalmente también cabe la posibilidad de unas herramientas de taladrar en múltiples piezas. Por ejemplo, en la zona de la punta 3 puede estar previsto por lo menos un inserto de corte en el cual está dispuesta al menos una cuchilla geoméricamente definida.

65



- 5 A continuación se describe en detalle el procedimiento para la fabricación de taladros. De manera preferente, el procedimiento es realizado con la ayuda de una herramienta de taladrar de acuerdo con las descripciones precedentes. En todos los casos, la herramienta de taladrar 1 dispone de una punta 3 con al menos una cuchilla, un mango 5, un eje longitudinal 7, una extensión de diámetro 23 así como una región 25 del lado de la punta con un primer diámetro y una región 27 del lado del mango con un segundo diámetro. En la zona de la extensión de diámetro 23 y/o en la región 27 del lado del mango se produce una formación de virutas durante el mecanizado de una pieza de trabajo que corresponde a aquella durante el mecanizado de una pieza de trabajo con una cuchilla geoméricamente indeterminada.
- 10 El avance axial de la herramienta de taladrar 1 por revolución y cuchilla con respecto a una pieza de trabajo a ser mecanizada se elige de tal manera que es superior a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer diámetro. Por lo tanto, el avance es superior a la diferencia de radios entre la región 27 y la región 25.
- 15 De manera especialmente preferente, el avance por revolución y por cuchilla es superior a la diferencia de diámetro entre la región 27 y la región 25.
- 20 A través de una selección correspondiente del avance es posible mejorar la calidad de superficie del taladro o respectivamente la precisión del diámetro a lo largo de las diversas capas de un material compuesto mecanizado, y se puede mejorar la tolerancia del taladro.
- 25 De manera especialmente preferible, el taladro es fabricado en una sola fase de trabajo. Para la fabricación del taladro, por lo tanto, la herramienta de taladrar 1 se sumerge una vez dentro de la pieza de trabajo y vuelve a emerger del mismo. A continuación, el taladro presenta la tolerancia deseada y por lo tanto un diámetro exactamente definido, también en las diversas capas de un material compuesto. Es decir, no se requieren etapas adicionales de mecanizado, en particular no se requiere un escariado consecutivo. De modo particularmente preferente es posible fabricar en una sola fase de trabajo, es decir, durante un solo recorrido de la herramienta, un taladro que presenta una tolerancia en el ámbito IT8 según la norma ISO 286, o mejor.
- 30 De modo preferente, el procedimiento es realizado con una herramienta de taladrar 1 de acuerdo con las indicaciones precedentes, particularmente de acuerdo con los ejemplos de realización según las figuras 1 a 4. En este caso, en la zona de la extensión de diámetro 23 o en la región 27 se efectúa un mecanizado que corresponde a un mecanizado con una cuchilla geoméricamente indeterminada. Se produce aquí un arranque de material que es más bien similar a aquel de un proceso de rectificado o esmerilado.
- 35 En caso de la fabricación de un taladro con la herramienta de taladrar 1 o respectivamente con la ayuda del procedimiento, los varios parámetros físicos o características de arranque de virutas de diversas capas de un material compuesto no pueden tener los mismos efectos negativos en lo que se refiere a la tolerancia del taladro, como es el caso de las herramientas tradicionales, ya que el arranque de material para la fabricación de la medida final del taladro no es realizado como en caso de un mecanizado con una cuchilla geoméricamente definida, sino de la manera de un proceso de rectificado o esmerilado. De esta manera es posible fabricar en una sola fase de trabajo un taladro que, en lo que se refiere a su tolerancia de diámetro, incluso es más preciso que un taladro que es preperforado en un primer tiempo con herramientas convencionales y cuyo escariado es acabado posteriormente, en una segunda fase de trabajo. Gracias al arranque similar a los procesos de rectificado o esmerilado en la zona de la herramienta de taladrar 1, que mecaniza el taladro hasta obtener la medida final, no pueden producirse largas virutas de un material resistente que obstruyen los espacios de viruta de la herramienta de taladrar 1 y/o dañan la superficie del taladro. Gracias a las virutas que, como máximo, son muy reducidas, o gracias al arranque parecido a un polvo abrasivo que se genera en caso de un mecanizado del taladro para obtener la medida final, la herramienta presenta una larga duración y un desgaste reducido, incluso en materiales reforzados por fibra y muy abrasivos como por ejemplo CFK.
- 50

**REIVINDICACIONES**

1. Herramienta de taladrar para la fabricación de taladros, con
  - 5 - una punta (3) y un mango (5) dispuesto de modo opuesto a la punta (3), visto en la dirección de un eje longitudinal (7) de la herramienta de taladrar,
  - presentando la herramienta de taladrar (1), en la región de la punta (3), al menos una cuchilla definida de manera geométrica, y con
  - 10 - una extensión de diámetro (23) que sucede a la punta (3), visto en la dirección longitudinal a partir de la punta (3), presentando la herramienta de taladrar (1) una primera región (25) con un primer diámetro que precede a la extensión de diámetro (23), y una segunda región (27) con un segundo diámetro que sucede a la extensión de diámetro (23),
  - siendo el segundo diámetro más grande que el primer diámetro,
  - 15 - estando la extensión de diámetro (23) y/o la segunda región (27) configuradas de tal manera que, durante el mecanizado de una pieza, se realiza una formación de virutas en la región de la extensión de diámetro (23) y/o la segunda región (27), que corresponde a la formación de virutas durante el mecanizado de una pieza con una cuchilla geoméricamente indeterminada,
  - 20 caracterizada porque
  - la herramienta de taladrar (1) presenta un cuerpo de base provisto de ranuras.
2. Herramienta de taladrar de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la región de la extensión de diámetro (23) y la segunda región (27) no presentan cuchillas definidas de manera geométrica.
- 25 3. Herramienta de taladrar de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la región de la extensión de diámetro (23) y/o la segunda región (27) presentan unas cuchillas geoméricamente indeterminadas.
- 30 4. Herramienta de taladrar de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el segundo diámetro es más grande que el primer diámetro de un valor entre 0  $\mu\text{m}$  y 60  $\mu\text{m}$ .
5. Herramienta de taladrar de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el valor en el cual el segundo diámetro excede el primer diámetro, es seleccionado en función de un material compuesto a ser mecanizado, de tal manera que corresponde aproximadamente a un valor de la mayor divergencia de diámetro en las capas del material compuesto que se produce cuando se efectúa un taladro en el material compuesto utilizando una herramienta de taladrar sin extensión de diámetro.
- 35 6. Herramienta de taladrar de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la herramienta de taladrar (1) comprende por lo menos dos dientes de rectificado (33, 33', 33", 33'''), en al menos una región que sucede a la extensión de diámetro, visto en la dirección axial.
- 40 7. Procedimiento para la fabricación de taladros en unos materiales compuestos, y en particular con la ayuda de una herramienta de taladrar (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, presentando la herramienta de taladrar (1) una punta (3) con al menos una cuchilla definida de manera geométrica, un mango (5), un eje longitudinal (7), una extensión de diámetro (23) y una región del lado de la punta (25) con un primer diámetro y una región del lado del mango (27) con un segundo diámetro,
- 45 en el cual se efectúa, en la región de la extensión de diámetro (23) y/o la región del lado del mango (27) y durante el mecanizado de una pieza, una formación de virutas que corresponde a aquella que se produce durante el mecanizado de una pieza con una cuchilla geoméricamente indeterminada, caracterizada porque la herramienta de taladrar (1) presenta un cuerpo de base provisto de ranuras.
- 50 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque, cuando se efectúa un taladro, un avance de la herramienta de taladrar (1) en la dirección del eje longitudinal (7) con respecto a una pieza a ser mecanizada se elige de tal manera que el avance por revolución y por cuchilla de la herramienta de taladrar (1) es superior a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer diámetro.
- 55 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 o 8, caracterizada porque la diferencia entre el primer diámetro en la primera región (25) y el segundo diámetro en la segunda región (27) es establecida de la manera siguiente:
  - 60 - en un material compuesto a ser mecanizado con la herramienta de taladrar, se realiza un taladro mediante una herramienta de taladrar sin extensión de diámetro,
  - se determina el valor de la mayor divergencia de diámetro en las capas del material compuesto,
  - 65 - la diferencia entre el primer y el segundo diámetro se elige de tal manera que el segundo diámetro es superior al primer diámetro del valor determinado.

Fig. 1

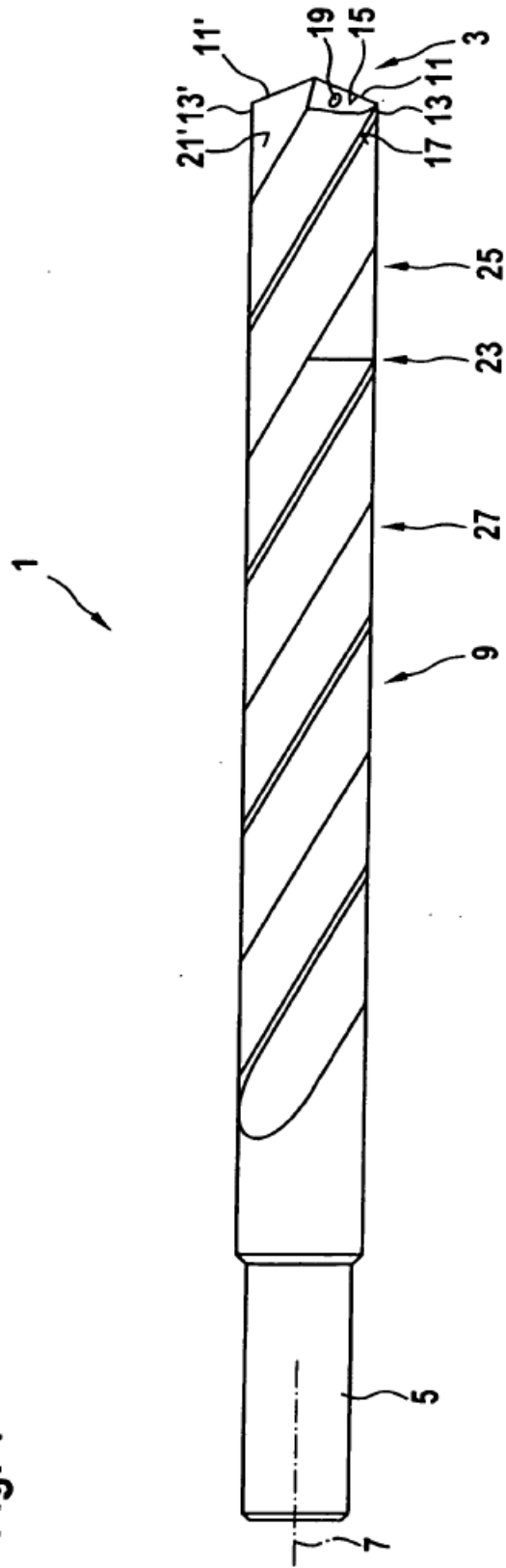
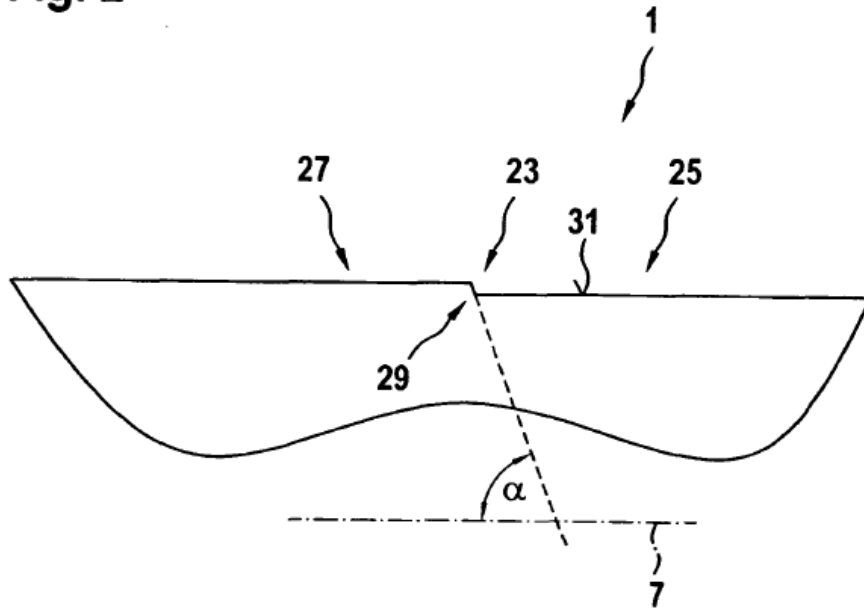


Fig. 2



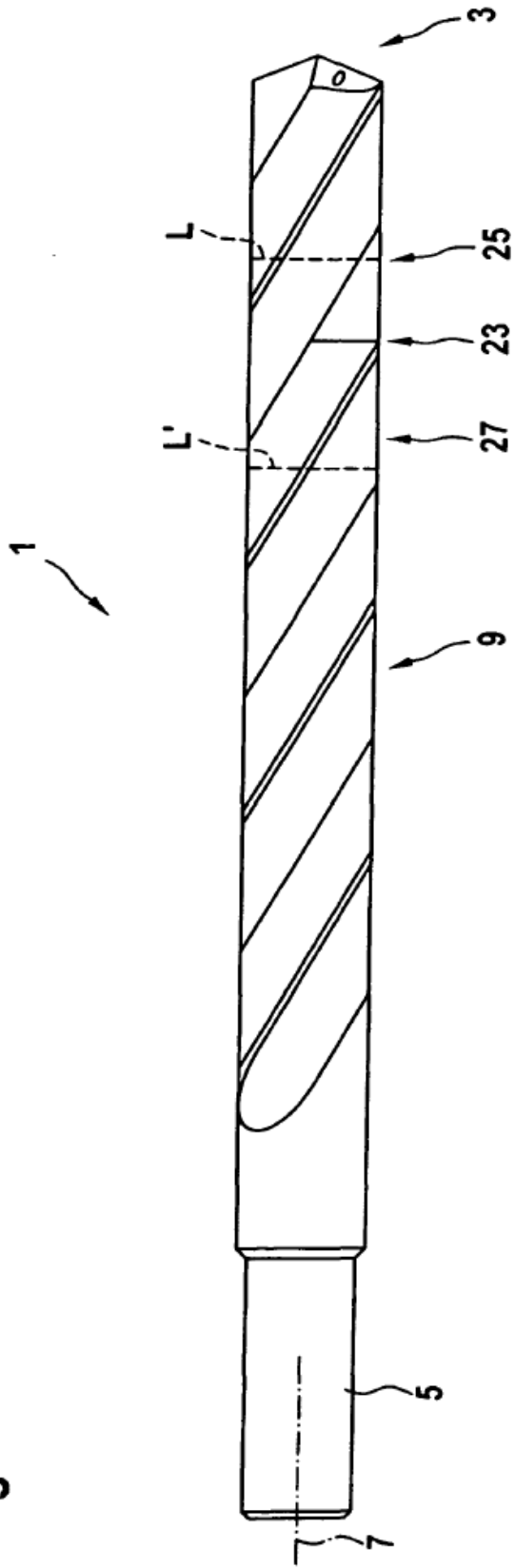


Fig. 3

Fig. 4

