

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 397**

51 Int. Cl.:

B23B 51/06 (2006.01)

B23C 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.10.2007 PCT/IB2007/002953**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.0008 WO08044115**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2007 E 07825275 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2076347**

54 Título: **Herramienta y método de fresado, en particular para el fresado de materiales compuestos**

30 Prioridad:

09.10.2006 IT TO20060724

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

21.08.2017

73 Titular/es:

LEONARDO S.P.A. (100.0%)

Piazza Monte Grappa, 4

00195 Roma, IT

72 Inventor/es:

GALOTA, VINCENZO;

FALCHERO, ALDO y

MANCINA, GUIDO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 630 397 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 y método de fresado, en particular para el fresado de materiales compuestos.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para el fresado de materiales altamente abrasivos, como por ejemplo, los materiales compuestos formados por fibras de carbono embebidas en una resina epoxi (véase, por ejemplo, EP-A-1270123).

Estado de la técnica

Varias criticidades se encuentran durante el mecanizado con formación de viruta de materiales compuestos que comprenden fibras de carbono impregnadas con resinas epoxi.

Algunas de dichas criticidades están relacionadas con problemas en la refrigeración del área de corte: la temperatura del material compuesto en el área de corte debe mantenerse por debajo de valores relativamente bajos - aproximadamente, del orden de 180 °C - para evitar que la superación de la temperatura de polimerización provoque la combustión de la matriz epoxi, deteriorando de este modo las características mecánicas del material compuesto. Sin embargo, la refrigeración del área de corte se complica por la imposibilidad de usar lubricantes y líquidos refrigerantes, los cuales contaminarían el material compuesto a mecanizar.

Otras dificultades están relacionadas con la considerable aspereza de los materiales compuestos mencionados anteriormente y de los polvos creados, en lugar de virutas, durante el mecanizado con herramienta: esto provoca un desgaste rápido de los filos cortantes de las herramientas.

Dificultades adicionales se asocian con los procesos de fabricación requeridos para la fabricación de herramientas de fresado.

Por ejemplo, el documento DD-A-267211 describe una herramienta preparada para eliminar las virutas utilizando un taladro de lavado conectado a un canal longitudinal interno. El taladro tiene una dirección inclinada, está roscado internamente y comprende una sección cónica en la dirección del canal longitudinal. El taladro conocido puede mejorar la refrigeración, pero es muy difícil de fabricar.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método que permita un mecanizado con herramienta eficiente de los materiales compuestos altamente abrasivos como, por ejemplo, los materiales compuestos que comprenden fibras de carbono impregnadas con resinas epoxi.

Resumen de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, dicho objetivo se logra mediante un procedimiento con las características según la reivindicación 1.

Las ventajas proporcionadas por la presente invención serán más evidentes para el experto en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de algunas formas de realización particulares no limitantes, mostradas en los siguientes dibujos esquemáticos.

Lista de las figuras

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una primera forma de realización de una herramienta de fresado preparada para realizar el método de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de la herramienta de la Fig. 1, de acuerdo con el plano de sección A - A;

La Fig. 3 es una vista lateral de la herramienta de la Fig. 1;

La Fig. 4 es una vista en sección transversal, de acuerdo con un plano de sección perpendicular al eje de rotación AR de la herramienta, de un detalle de un inserto de corte de la herramienta de la Fig. 1;

La Fig. 5 es una primera vista lateral de una segunda forma de realización de una herramienta de fresado preparada para realizar el método de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 6 es una vista lateral de la herramienta de la Fig. 5, tomada en una dirección ortogonal a la de la Fig. 5;

La Fig. 7 muestra la herramienta de la Fig. 5 cuando se observa a lo largo del eje de rotación de la misma herramienta.

Descripción detallada

Las Fig. 1 a 4 se refieren a una primera forma de realización de una herramienta de fresado preparada para realizar el método de acuerdo con la presente invención.

Una herramienta de este tipo, por lo general señalada con el 1, incluye un soporte 3 del inserto de corte que tiene, en el presente ejemplo, la forma de un vástago alargado. Un par de insertos de corte 5, que tienen cada uno un filo cortante lateral 7 y un filo cortante extremo 9 formado sobre el mismo, están fijados al soporte 3. Los filos cortantes laterales 7 permiten el fresado lateral mediante la herramienta 1, por ejemplo, mediante operaciones de contorneado y desbarbado, mientras que los filos cortantes 9 permiten el fresado mediante la herramienta 1 al tiempo que la misma avanza a lo largo de su eje de rotación AR. Es decir, la herramienta 1 puede realizar tanto el fresado periférico como el fresado de acabado.

De acuerdo con la presente invención, la herramienta 1 está equipada con canales de lavado 11, 13 a través de los cuales un fluido adecuado, preferiblemente pero no necesariamente aire, puede circular al interior del soporte 3 del inserto de corte y ser descargado a través de múltiples orificios de salida 15 situados próximos y enfrente de las superficies de corte 17 de los insertos de corte 5, de manera que pueda impactar, posiblemente directamente, sobre dichas caras de corte y lavarlas mediante chorros de aire comprimido u otros fluidos, para eliminar rápidamente de los filos cortantes 7, 9 los polvos producidos durante el mecanizado. De este modo, se evita que los polvos altamente abrasivos desgasten y deterioren rápidamente los filos cortantes 7, 9 debido a una permanencia demasiado larga en los espacios entre los filos cortantes y la superficie del material compuesto que está siendo cortado por los mismos filos. Además, se logra una rugosidad más fina o un mejor acabado superficial de cualquier modo, de las superficies que se cortan. De hecho, se considera que los polvos empeoran la rugosidad de las superficies que están siendo cortadas.

El sistema de refrigeración y eliminación del polvo que opera desde el interior de la herramienta 1 ha demostrado ser más eficaz que los sistemas que operan con chorros de aire desde el exterior, que otras empresas estaban experimentando cuando la presente invención ha sido concebida y desarrollada.

En la forma de realización de ejemplo de las Figs. 1 a 4, un canal 11 longitudinal y dos canales 13 transversales se forman internamente de la herramienta 1. El primero se extiende coaxialmente con y longitudinalmente de la herramienta 1 y el eje de rotación AR de la misma y el segundo se ramifica desde el canal 11 longitudinal transversalmente de la herramienta 1 y el eje de rotación AR de la misma. En la presente descripción, los canales 11 y 13 se denominan también "canales de lavado". En la forma de realización de las Figs. 1 a 4, los canales 13 transversales desembocan fuera de la herramienta 1 a través de cuatro orificios de salida 15 situados próximos y enfrente de las superficies de corte 17 de los insertos de corte 5.

La parte de los canales 13 transversales próxima a los orificios de salida 15 y los orificios de salida en sí mismos, tienen preferiblemente un diámetro en el intervalo aproximadamente de 0,5 a 8 mm y, más preferiblemente, de 1 mm a 4 mm.

El número NF de orificios de salida 15 que lavan una cara de corte 17 dada se determina preferiblemente de acuerdo con la siguiente relación:

$$(1) \quad NF = \alpha \cdot LT$$

donde LT es la longitud del filo cortante lateral 7 (Fig. 3) en milímetros y α es un factor de multiplicación que varía de 0,04 a 0,4 y más preferiblemente de 0,08 a 0,18.

El diámetro DFO de cada orificio de salida 15 se determina preferiblemente de acuerdo con la siguiente relación:

$$(2) \quad DFO = \alpha \cdot DFR$$

donde DFR es el diámetro de corte del elemento de corte (Fig. 2), es decir, el diámetro del cilindro descrito por los filos cortantes laterales 7, en condiciones de diseño, durante el mecanizado.

El orificio de salida 15 más próximo al extremo de la herramienta 1 preferiblemente está separado de dicho extremo libre, a lo largo del eje de rotación AR, por una distancia DEX (Fig. 3) que oscila, en esencia, desde dos tercios y un cuarto del diámetro de corte del elemento de corte. Más preferiblemente, dicha distancia DEX no es, en esencia, inferior a un tercio del diámetro de corte del elemento de corte.

Los ejes de dos orificios de salida 15 adyacentes están preferiblemente separados por una distancia DFS (Fig. 3) que es, en esencia, no inferior a un cuarto de la longitud LT del filo cortante lateral 7.

Los filos cortantes lateral y/o extremo 7, 9 de los insertos de corte 5 se forman en una capa de material de corte 19 (Fig. 4) que preferiblemente es de diamante policristalino - también denominado, en la jerga técnica, como PCD (P oli C ristalino D iamante) o PDC (P olicristalino D iamante C ompacto) - o carburo de tungsteno (WC). Dicha capa 19

comprende preferiblemente micropolvos de diamante sintético con un tamaño de grano en el intervalo de 2 a 30 milésimas de milímetro. La elección de un material y un tamaño de grano de este tipo da como resultado una mejora significativa en la duración de la vida útil de la herramienta 1.

5 La capa 19 de diamante policristalino tiene preferiblemente un espesor no inferior a 0,1 mm y, más preferiblemente, no inferior a 0,4 mm (por ejemplo, un espesor en el intervalo de 0,4 a 1,5 mm). Dicha capa 19 de diamante policristalino se sinteriza preferiblemente sobre una capa 21 subyacente de carburo de tungsteno y el espesor total de las capas 19 de diamante policristalino y 21 de carburo de tungsteno es preferiblemente de 0,8 a 3,2 mm.

10 Los insertos de corte 5 formados por la capa 19 de diamante policristalino y la capa 21 de carburo de tungsteno se fijan preferiblemente al soporte 3 del inserto de corte mediante soldadura fuerte y el soporte 3 del inserto de corte también se fabrica preferiblemente de carburo de tungsteno.

15 La fijación de la capa 19 de diamante policristalino sobre el sustrato 21 de carburo de tungsteno mediante sinterización y la fijación de los insertos de corte 5 al soporte 3 mediante soldadura fuerte ayuda en el alargamiento de la vida útil de la herramienta 1. De hecho, dichos sistemas de fijación permiten obtener un montaje más robusto, compacto y monolítico, reduciendo las vibraciones y los movimientos no deseados y haciendo que los filos cortantes de la herramienta trabajen en las condiciones que mejor se adaptan a las condiciones de diseño. Además, tales sistemas, que eliminan o reducen considerablemente los huecos y vacíos entre los insertos de corte 5 y el soporte 3, si se comparan con un sistema meramente mecánico para fijar los insertos de corte 5, proporcionan una mejor transmisión de calor conductiva desde el exterior hacia el interior de la herramienta 1, donde se forman los canales de lavado, aumentando de este modo el efecto de refrigeración de los canales. Al mismo tiempo, la refrigeración del diamante policristalino, u otro material de corte, mejora su resistencia a la abrasión.

20 Mediante la combinación de las características anteriores, en particular, mediante la combinación de los canales de lavado en el interior de la herramienta de fresado con la elección de los materiales descritos anteriormente, en particular la elección del diamante policristalino como material de corte, la vida operativa de una herramienta 1 se puede aumentar incluso por 1,500 a 2,000 % o más, en comparación con las herramientas de carburo de tungsteno integrantes, sin refrigerar, de la técnica anterior. De hecho, una vida útil superior a 2 m de longitud de corte nunca se ha alcanzado con dichas herramientas de la técnica anterior, cumpliendo con los requisitos de calidad predeterminados, mientras que se han alcanzado vidas operativas de incluso hasta 40 m de longitud de corte con las herramientas refrigeradas anteriormente descritas de diamante policristalino de acuerdo con la invención. Al mismo tiempo, mediante un flujo de aire de refrigeración, la temperatura en el área de corte podría mantenerse por debajo de 180 °C, es decir, por debajo de la temperatura de polimerización del material compuesto que está siendo fresado.

25 Las Figs. 5 a 7 se refieren a una segunda forma de realización de una herramienta de fresado preparada para realizar el método de acuerdo con la presente invención. En dicha segunda forma de realización, la herramienta 1' tiene dos orificios de salida 15' dispuestos para emitir chorros de aire u otro fluido de limpieza hacia las caras de corte 17', longitudinalmente al eje de rotación de la herramienta 1' en lugar de transversalmente como en la forma de realización de las Figs. 1 a 4. Dos canales de lavado 11', uno para cada orificio de salida 15', se forman preferiblemente dentro de la herramienta 1'. Dichos canales de lavado 11' están preferentemente dispuestos longitudinalmente con relación al eje de rotación AR de la herramienta, son lo más rectilíneos posible y no son coaxiales con el eje de rotación AR, mientras que el canal de lavado 11 en la forma de realización de ejemplo de las Figs. 1 a 4 es coaxial con el eje de rotación AR. La elección de los materiales y el sistema para fijarlos sobre la herramienta 1' son preferiblemente los mismos que en la forma de realización de las Figs. 1 a 4.

30 El solicitante se ha dado cuenta de que una buena refrigeración de la herramienta 1' y una eliminación eficaz de los polvos de fresado de las áreas de corte también se logran con un segundo modo de realización de este tipo, aunque no tan satisfactoriamente como con la disposición del orificio de salida utilizado en la forma de realización de las Figs. 1 a 4. En la forma de realización de las Figs. 1 a 4, la orientación transversal, con relación al eje de rotación AR, de los chorros de aire u otro fluido de lavado descargado desde los orificios de salida 15, parece hacer más efectiva la eliminación de restos, virutas y polvos de las áreas de corte.

35 La invención se refiere a un método de fresado de un material compuesto que comprende un material de refuerzo embebido en una matriz de polímero. En una forma de realización particular de dicho método, el material de refuerzo del material compuesto consta de fibras de carbono y dichas fibras están embebidas en una matriz de resina epoxi. Un material compuesto de este tipo se fresa por medio de la herramienta 1 o 1' descrita anteriormente, inyectando aire comprimido en los canales de lavado 11, 13 ó 11'.

En las formas de realización de ejemplo descritas anteriormente son posibles varios cambios y modificaciones, sin apartarse del alcance de la invención.

55 Por ejemplo, el número de insertos de corte 5, 5' puede, evidentemente, ser mayor o menor de dos. En lugar del diamante policristalino pueden utilizarse otros materiales de corte tales como el carburo de tungsteno, el carburo de silicio, el carburo de boro, el boruro de titanio, el nitruro de titanio, el nitruro de aluminio, el nitruro de boro cúbico, el nitruro de silicio, la alúmina, el SiAlON u otros carburos o nitruros adecuados.

- 5 Los insertos de corte 5, 5' pueden fijarse incluso mecánicamente, por ejemplo, por medio de tornillos o sistemas de unión fijos, a los soportes 3 y 3'. A este respecto, se apreciará que, en la presente descripción, el término "insertos de corte" incluye los cuerpos de corte fijados a un soporte de inserto de corte no sólo mediante soldadura fuerte, soldadura, sinterizado o pegado, sino también mediante sistemas mecánicos reversibles o irreversibles u otros sistemas de fijación diferentes. En lugar del aire como fluido de lavado pueden utilizarse el nitrógeno, otros gases inertes o aún de forma más general, sustancias gaseosas adecuadas, tales como gases, vapores y aerosoles. Es evidente que todavía son posibles modificaciones adicionales sin apartarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fresado de un material, en donde el método comprende las siguientes etapas:

- proporcionar una herramienta de fresado (1, 1') preparada para realizar el fresado de dicho material mientras gira alrededor de un eje de rotación predeterminado (AR) y que incluye:

5 un filo cortante lateral (7, 7'), situado, en esencia, en los lados de dicha herramienta (1, 1');

una cara de corte (17), en la que se depositan y fluyen durante el mecanizado los posibles restos, virutas y polvos producidos por dicha herramienta (1, 1'); y

10 un canal (11, 13, 11'), que está formado dentro de dicha herramienta (1, 1') y a través del cual puede circular un fluido de limpieza; desembocando dicho canal (11, 13, 11') fuera de la herramienta (1, 1') a través de un orificio de salida (15, 15') orientado hacia la cara de corte (17) de manera que dicho fluido de limpieza impacte directamente sobre dicha cara de corte (17); y

- fresar dicho material por medio de dicha herramienta (1, 1') mientras se inyecta dicho fluido de limpieza en dicho canal (11, 13, 11');

15 estando dicho método caracterizado por que dicho material es un material compuesto que comprende un material de refuerzo embebido en una matriz de polímero;

por que dicho fluido de limpieza es un fluido gaseoso elegido de entre el grupo siguiente: aire, nitrógeno, un gas inerte; y

20 por que dicho canal es un canal de lavado (11, 13, 11'), en donde dicho fluido de limpieza elimina de los filos de corte laterales los posibles restos, virutas y polvos producidos por la herramienta (1, 1') durante el mecanizado, mientras que dicho líquido de limpieza impacta directamente contra dichas caras de corte (17) y las lava mediante los chorros de dicho fluido, estando adaptados dichos chorros de fluido para mantener la temperatura en el área de corte por debajo de la temperatura de polimerización de dicho material que está siendo fresado.

2. El método según se reivindica en la reivindicación 1, en donde el material de refuerzo comprende fibras de carbono.

25 3. El método según se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde la matriz polimérica comprende una resina epoxi.

30 4. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha herramienta (1, 1') incluye un filo cortante extremo (9, 9') situado en el extremo delantero de la herramienta (1, 1'), y un orificio de salida (15, 15') orientado a la cara de corte (17) de manera que el fluido de limpieza impacte sobre la cara de corte (17), eliminando de este modo del filo cortante extremo los posibles recortes, virutas y polvos producidos por la herramienta (1, 1') durante el mecanizado.

35 5. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en dicha herramienta (1, 1') al menos uno de entre el filo cortante lateral (7, 7') y el filo cortante extremo (9, 9') está formado sobre una capa (19) de un material de corte que comprende uno o más materiales elegidos de entre el siguiente grupo: diamante, diamante policristalino, carburos, nitruros, carburo de tungsteno, carburo de silicio, carburo de boro, boruro de titanio, nitruro de titanio, nitruro de boro cúbico, nitruro de silicio, alúmina.

6. El método según se reivindica en la reivindicación 5, en donde dicha capa (19) de material de corte está formada mediante sinterización sobre una capa subyacente (21) de carburo de tungsteno.

40 7. El método según se reivindica en la reivindicación 6, en donde el conjunto de la capa (19) de material de corte y la capa subyacente (21) de carburo de tungsteno está fijado a un soporte (3) del inserto de corte.

8. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho orificio de salida (15) está dispuesto para dirigir un chorro de fluido de limpieza transversalmente del eje de rotación (AR) de la herramienta (1).

45 9. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho orificio de salida (15) está dispuesto para dirigir un chorro de fluido de limpieza longitudinalmente del eje de rotación (AR) de la herramienta (1).

10. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho orificio de salida (15, 15') tiene un diámetro en el intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 8 mm.

50 11. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el filo cortante lateral (7, 7') está construido de manera que, mientras gira alrededor del eje de rotación (AR) de la herramienta (1, 1'),

describe un cilindro con diámetro DFR y el orificio de salida (15) tiene un diámetro (DFO) en el intervalo de aproximadamente 0,04 a 0,4 veces el diámetro DFR.

5 12. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el número (NF) de orificios de salida (15) dispuestos para dirigir chorros de fluido de limpieza sobre la cara de corte (17) es de 0,04 a 0,4 veces la longitud (LT) sobre la que se extiende el filo cortante lateral (7, 7') a lo largo del eje de rotación (AR) de la herramienta (1, 1').

10 13. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el orificio de salida (15) más próximo a un extremo de la herramienta (1) está separado de dicho extremo por una distancia (DEX) que está, en esencia, en el intervalo de dos tercios a un cuarto del diámetro DFR del cilindro descrito por el filo cortante lateral (7, 7') mientras gira alrededor del eje de rotación (AR) de la herramienta (1, 1').

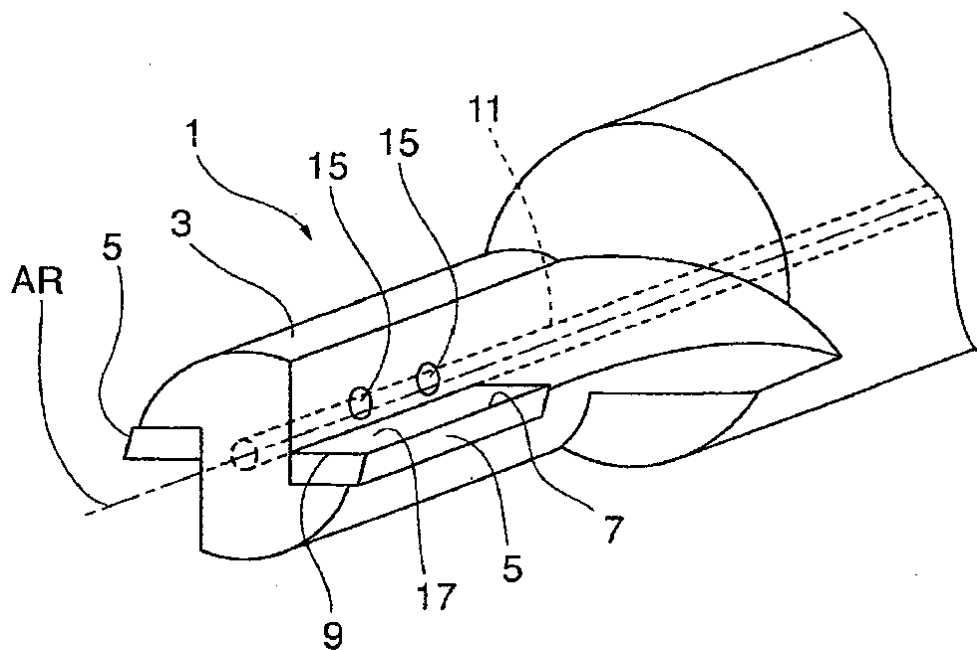


Fig. 1

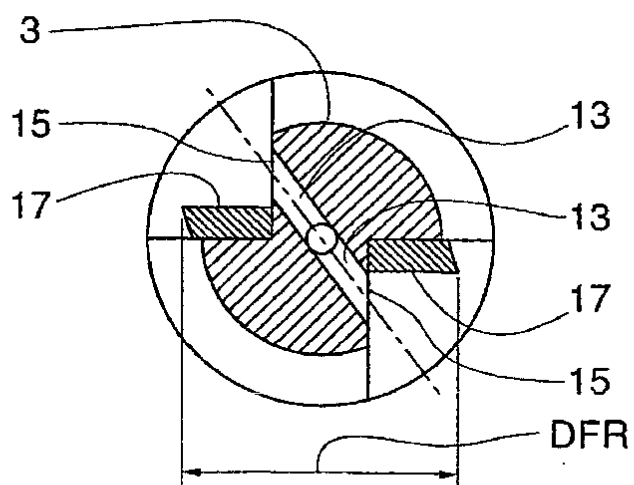


Fig. 2

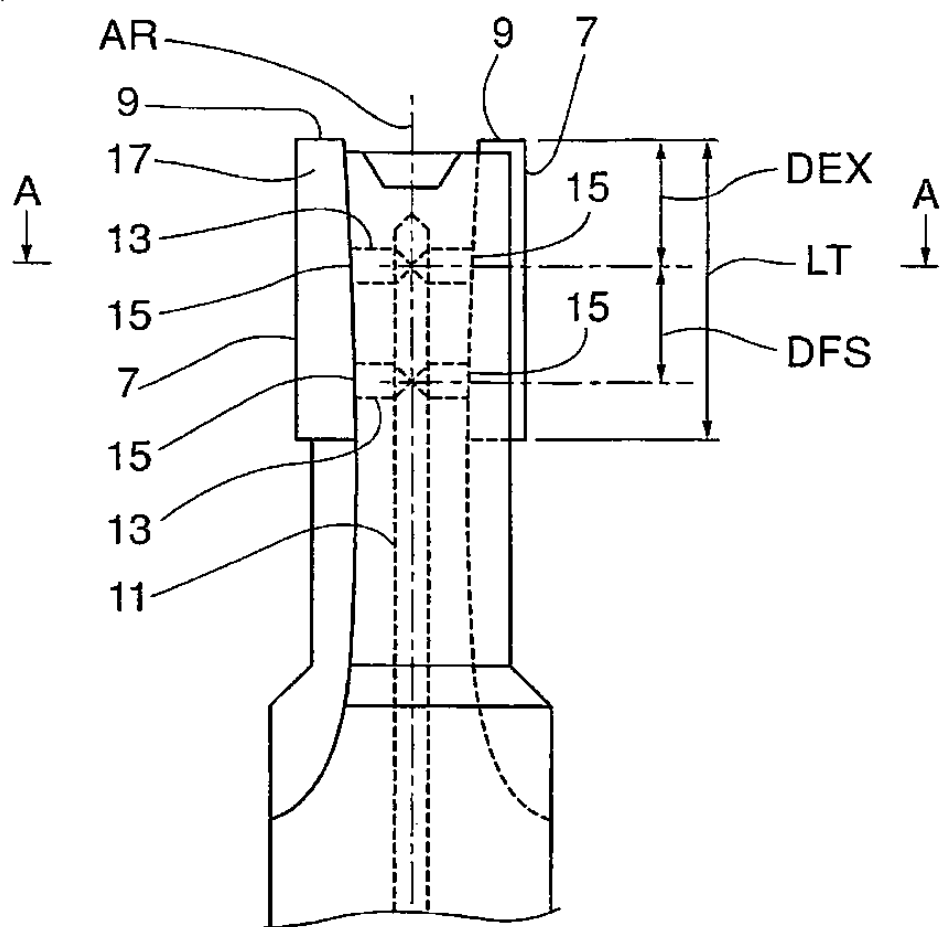


Fig. 3

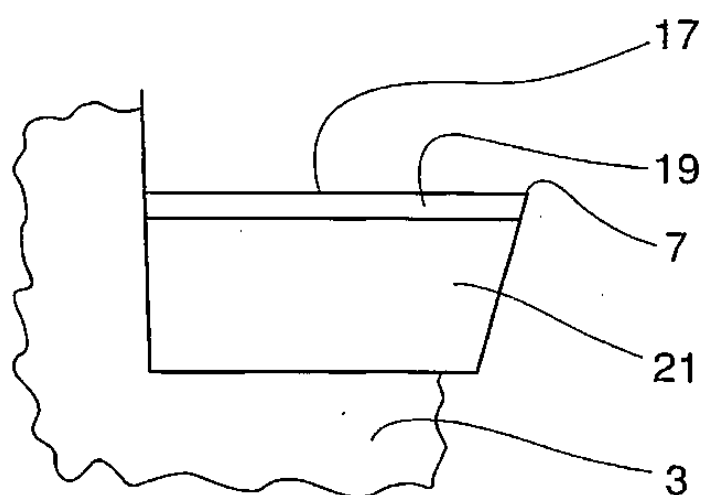


Fig. 4

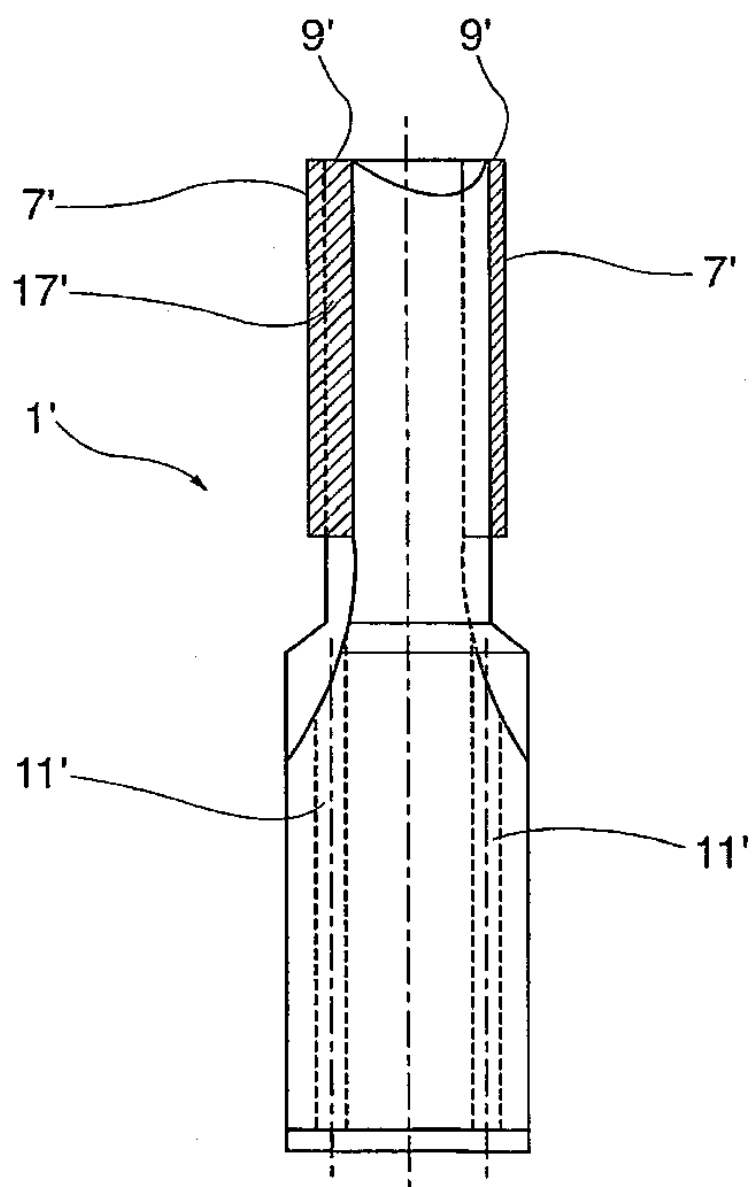


Fig. 5

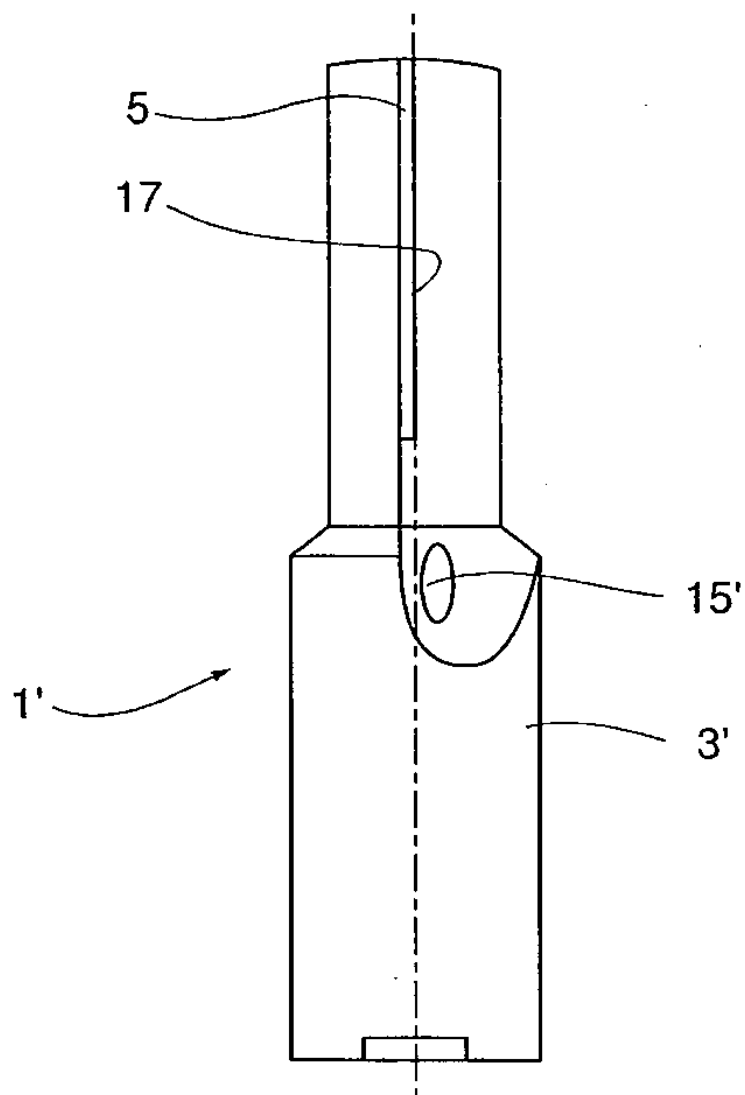


Fig. 6

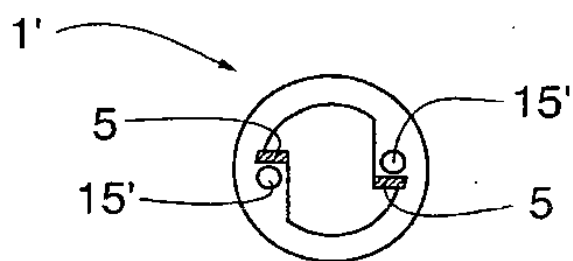


Fig. 7