

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 372**

51 Int. Cl.:

**B23B 51/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2014 PCT/IT2014/000138**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15177814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2014 E 14757980 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3145666**

54 Título: **Herramienta de perforación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.07.2018**

73 Titular/es:

**CAPONE, NATALINO (100.0%)  
Via Fontana Francia s.n.c. Avellino (AV)  
83038 Montemiletto, IT**

72 Inventor/es:

**CAPONE, NATALINO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 675 372 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 perforación

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a una herramienta de perforación manual, en particular se refiere a una herramienta de corte hecha de metal duro con varias (al menos dos) cuchillas para un elemento o más elementos unidos entre ellos de materiales compuestos:

10

- material compuesto de CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono)

Tal herramienta resulta adecuada incluso para perforar (ensanchar) en presencia de orificio piloto de:

15

- aleaciones ligeras (aluminio)
- aleaciones de titanio.

Antecedentes

20

En la industria de fabricación aeronáutica, el método de ensamblaje se ha realizado durante más de 50 años mediante los procedimientos de:

- perforación, taladrado y abocardado
- remachado

25

Esto representa también el mayor costo y tiempo en términos de producción.

La evolución aeronáutica se refiere entonces al uso de nuevos materiales, como la fibra de carbono o las aleaciones ligeras que reducen el peso, haciendo que la aeronave tenga un alto rendimiento. El objetivo consiste, entonces, en utilizar las mejores técnicas para reducir el tiempo aumentando la calidad.

30

La fibra de carbono, de hecho, representa un tema actual y las soluciones para mejorar el funcionamiento de la misma tienen una gran importancia, ya que el campo industrial mundial necesita innovación como respuesta a la calidad, el tiempo de producción y, por lo tanto, la reducción de costos.

35

Tal herramienta resulta ser "inventiva", ya que cumple con las solicitudes del mercado, al realizar el procedimiento de perforación con estas cualidades:

40

- orificio terminado en una única pasada (según las tolerancias aeronáuticas);
- alta vida útil;
- mantener el orificio terminado dentro de las tolerancias aeronáuticas para una vida útil garantizada;
- alta reducción en el esfuerzo del operario y, por lo tanto, mejora en la ergonomía;
- posibilidad de realizar perforaciones incluso en máquinas de CN (control numérico).

45

50

Tales procedimientos tienen entonces un papel importante en el proceso productivo de ensamblaje de una pluralidad de componentes (partes), respectivamente articulados entre sí. En particular, la calidad solicitada por los procedimientos aeronáuticos para el trabajo de perforación es muy estricta, por lo tanto, los recursos que se van a utilizar, tanto tecnológicos como humanos, deben tener características de alto rendimiento, con referencia a los materiales que se van a procesar, y las herramientas manuales que se utilizarán, como por ejemplo las herramientas de corte dedicadas a los diversos trabajos que se realizarán. Otro aspecto fundamental relacionado con el proceso de perforación consiste en la reducción cada vez mayor del tiempo de trabajo y la vida útil de las herramientas de corte. Haciendo referencia específica a la industria aeronáutica, en la que se busca constantemente la disminución del peso y el aumento de los materiales usados, los materiales compuestos adquieren una importancia y una presencia cada vez mayores en el mercado.

55

60

Con relación al material compuesto, las principales características son:

- alta resistencia;
- alta rigidez;

65

- menor peso;
- larga duración a la fatiga;
- 5 - baja expansión térmica;
- alta resistencia a la corrosión.

10 Dichas características son cada vez más superiores que las de las aleaciones metálicas tradicionales que todavía se usan en la industria aeronáutica. A diferencia de todo esto, este material efectivamente tiene muchas dificultades en el trabajo de perforación con técnicas y herramientas tradicionales debido a las características técnicas elevadas mencionadas anteriormente.

15 Por lo tanto, la principal necesidad en la industria aeronáutica es la alta calidad del trabajo realizado (por ejemplo, perforación, remachado, etc.), en particular, en materiales compuestos, tal como fibra de carbono y/o fibra de vidrio, y/o aleaciones ligeras (aluminio) y/o aleaciones de titanio y/o materiales plásticos.

20 La perforación es, sin duda, el proceso más difícil e importante en el trabajo de los materiales compuestos. Por lo tanto, requiere un equipo específico que varía dependiendo de la forma y el tamaño de las partes, si se trata de una mitad ensamblada o si es una sola en particular, se pueden procesar con equipo manual tal como taladros (herramienta manual) y herramientas manuales dedicadas existentes en las estaciones de trabajo o en máquinas de perforación de control numérico mediante un programa de mecanizado dedicado. Otro aspecto que se va a considerar es la gran cantidad de perforaciones que se realizarán en cada pieza ensamblada, por lo que se requiere una mayor longevidad de las herramientas de corte para realizar un menor número de cambios de herramienta.

25 Con el desarrollo de la tecnología, en particular, en el campo aeronáutico, los elementos estructurales en aumento están hechos de material compuesto. Además, se proporciona el ensamblaje entre elementos para realizar "paquetes" de elementos acoplados entre ellos, con un alto grosor. En particular, la presente invención se refiere a la perforación de elementos estructurales (paquetes) únicos o acoplados entre sí, tales como: mamparos y nervios con sección en forma de "L" o "H" o "U", largueros con sección en forma de "Z" y "L" y "U", paneles (piel) y refuerzos con curvatura única y doble.

35 Las perforaciones de dichos paquetes se realizan, según los diseños del proyecto, mediante el acoplamiento de elementos hechos del mismo material o elementos hechos de diferentes materiales. En la técnica conocida, se proporciona proceder con la perforación de tales paquetes mediante la técnica de los movimientos posteriores, es decir, proceder a una secuencia de perforaciones con diversos diámetros disminuidos del paquete implicado, espaciados por pausas para permitir el enfriamiento de la herramienta de corte y la estabilización del material que se va a perforar, hasta realizar el orificio con diámetro terminado. Las herramientas de corte utilizadas en la técnica conocida, en particular los denominados "puntos en forma de lanza" tienen una vida útil reducida, por ejemplo, alrededor de 20 orificios para perforaciones en paquetes CFRP-CFRP con un grosor superior a 10 mm.

Los inconvenientes más comunes de los elementos de perforación hechos de material compuesto son:

- 45 • delaminación de superficie, figura 10/1, en la que se destaca la separación de la capa de carbono, debido a la configuración de los ángulos de corte de las cuchillas de la punta en forma de lanza;
- rotura de las fibras, figura 10/2, en la que se destaca la rotura de las capas, debido a las cuchillas que no tienen un ángulo de corte adecuado;
- quemaduras de las capas de entrada y salida del elemento perforado, figura 10/3, debido a la acumulación de calor de la herramienta de corte y al alto número de revoluciones;
- 50 • orificio que se ovala, figura 10/4, debido a la forma geométrica de las cuchillas de la herramienta de corte;
- poca duración de la herramienta debido a la gran fuerza abrasiva del material, en particular de las capas de resina de carbono.

55 No obstante, existe una tendencia particular de realizar elementos en el material compuesto, en el campo aeronáutico, incluso se usan otros tipos de materiales, tales como las aleaciones ligeras (Al) y las aleaciones de titanio (Ti). Por lo tanto, los elementos mencionados anteriormente, por ejemplo, los largueros, y/o los mamparos, y/o los nervios y/o los paneles pueden fabricarse con los materiales mencionados anteriormente y se pueden acoplar obteniendo varias combinaciones de paquetes del mismo tipo y de otro tipo y diferentes elementos. Por lo tanto, se pueden encontrar paquetes constituidos por aluminio/carbono aluminio/titanio carbono/aluminio/aluminio, etc., que se alternan después entre ellos. El documento US 5 173 014 divulga una herramienta de perforación manual que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Por lo tanto, el problema técnico colocado y resuelto por la presente invención consiste en proporcionar una herramienta para perforar y taladrar en un único paso (de un tiro) con orificio de diámetro terminado cumpliendo con los requisitos de calidad requeridos y permitiendo evidenciar los inconvenientes mencionados anteriormente con referencia a la técnica conocida.

Tal problema se resuelve mediante una herramienta de perforación manual según la reivindicación 1. Las características preferentes de la presente invención están presentes en las reivindicaciones dependientes de la misma.

Ventajosamente, la herramienta de corte para perforar según una primera realización preferente de la invención permite obtener un orificio terminado en un elemento de material compuesto a través de un único procedimiento de perforación y mediante la ayuda de una única herramienta de corte (el denominado trabajo de un tiro). En particular, el orificio realizado con diámetro terminado no muestra delaminación ni quemado en la superficie de entrada y salida del elemento perforado, y el corte de la fibra es nítido en la superficie del orificio realizado, además el orificio no se ovala en toda su longitud. De esta manera, dicha invención reduce la necesidad de recurrir a un cierto número de herramientas con diámetro acabado, con las consiguientes ventajas económicas en términos de tiempo de ciclo y ventajas logísticas en términos de compra, almacenamiento y manipulación de más herramientas de corte para cada tamaño (diámetro) del orificio que se va a realizar. Además, la particular forma geométrica de la herramienta de corte para perforar y taladrar permite, de hecho, reducir considerablemente el esfuerzo del operario en el trabajo manual, con las consiguientes ventajas tanto en términos de tiempo de trabajo como de calidad de trabajo de los operarios.

En particular, mediante la primera realización preferente de la invención, la realización del trabajo de perforación es posible incluso sin el uso de casquillos exteriores, e incluso en ausencia de orificios preexistentes con un diámetro con un tamaño más pequeño en el elemento que se va a perforar con diámetro terminado.

La forma particular de la herramienta permite elementos de perforación hechos tanto de material compuesto como de otros tipos de materiales tales como aleaciones ligeras (aluminio) y aleaciones de titanio obteniendo, de un orificio con un diámetro menor que existe en un elemento, un orificio con diámetro terminado según los requisitos de calidad de la aviación. El mismo resultado se puede obtener incluso con los denominados "paquetes" de materiales diferentes, como por ejemplo aluminio/carbono y/o titanio/carbono. Solo para las aleaciones ligeras o las aleaciones de titanio, para la característica geométrica particular de la cabeza, la perforación (de un tiro) con diámetro final está provista a partir de un orificio reducido (orificio previo) que permite no arruinar la cabeza de la herramienta.

Otras ventajas, características y modos de uso de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones, mostradas a modo de ejemplo y no con fines limitativos.

En particular, en la siguiente ilustración, se hará referencia a una aplicación particular en el campo aeronáutico de la presente invención, quedando claro que la presente invención podría, sin embargo, encontrar aplicación en otros y diferentes campos de aplicación, en los que existe el mismo problema técnico.

Breve descripción de los dibujos

Se hará referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización preferente de la herramienta de perforación según la presente invención;
- la figura 2 muestra una vista lateral de los detalles de la herramienta de perforación de la figura 1;
- la figura 3 muestra una vista transversal esquemática de la herramienta de perforación de la figura 1 en la sección (E-E);
- la figura 4 muestra una vista en sección esquemática de la herramienta de perforación de la figura 1 en la sección (F-F);
- la figura 5 muestra una vista superior de la herramienta de perforación de la figura 1;
- la figura 6 muestra una vista lateral adicional de un detalle adicional de la herramienta de perforación de la figura 1;
- la figura 7 muestra un detalle de la figura 6;
- la figura 8 muestra un detalle de extremo de la herramienta de perforación de la figura 2;

- la figura 9 muestra un ejemplo de trabajo de la herramienta de perforación según la presente invención;
  - la figura 10 muestra un ejemplo de orificios realizados con herramientas tradicionales;
- 5      • la figura 11 muestra un ejemplo de orificios realizados con la herramienta de perforación según la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

- 10      Al hacer referencia en primer lugar a la figura 1, la herramienta de perforación se representa según las figuras 1 y 2.
- En cualquiera de las realizaciones descritas a continuación, la herramienta de perforación, según la presente invención, se puede definir como una punta de perforación que perfora y taladra.
- 15      Como se muestra en las figuras 1 y 2, la herramienta de perforación 1, en particular, apta para perforar un elemento hecho de material compuesto o más elementos acoplados (por ejemplo para obtener un paquete, como se ha descrito anteriormente) tiene un mandril de enganche 2 apretado en el huso de una máquina herramienta para arrastrar la propia herramienta en rotación y un cuerpo de punta 3 alargado, integral al mandril mencionado anteriormente.
- 20      En la realización preferente, el cuerpo de punta 3 tiene un diámetro de herramienta D y al menos cuatro ranuras helicoidales "compartimento de virutas V" figura 5 que se desarrollan longitudinalmente en el cuerpo de punta hacia un extremo distal de la herramienta de perforación.
- 25      Las cuatro ranuras, en la figura 5, definen al menos:
- dos cuchillas primarias, 30a y 30b,
- y al menos dos cuchillas secundarias, 31a y 31b.
- 30      Las cuchillas primarias, como se muestra incluso en la figura 7, se unen para formar un ángulo de punta g, en particular comprendido en un intervalo entre 115 y 125 grados, por ejemplo, igual a 120 grados, en un denominado borde de corte 10 transversal, figura 8. Ventajosamente, el ángulo de punta de las dos cuchillas 30a y 30b permite que la herramienta de perforación penetre en rotación en el material durante el trabajo.
- 35      Como se muestra en la figura 8, las cuchillas secundarias 31a y 31b tienen una muesca en forma de "U" que crea una superficie de descarga "S", en la cabeza del cuerpo de punta, que evita obstruir la punta del material cortado, mejorando la descarga y reduciendo el esfuerzo del operario.
- 40      En particular, tal superficie de descarga S está conformada para crear un área de interrupción entre las cuchillas secundarias 31a y 31b y las cuchillas primarias 30a y 30b y se realiza por medio de una muesca en forma de "U" en el extremo distal de la cuchilla. En particular, las muescas se realizan para generar una superficie de descarga "S" con anchura máxima 14l y profundidad máxima 14p, siendo tales tamaños variables con el diámetro "D" de la parte 50 cilíndrica, como se detallará mejor y más adelante en la tabla 1.
- 45      En particular, las partes restantes de las cuchillas secundarias 31a 31b tienen forma de dos cúspides laterales en el extremo distal de la herramienta de perforación y colaboran con el corte de las cuchillas primarias 30a y 30b. Por ejemplo, las muescas realizadas en las cuchillas secundarias permiten el uso de tal parte en forma de cúspide, contribuyendo de este modo al corte frontal del material de trabajo. El primer contacto con el material tiene lugar a través de las cuchillas primarias 30a y 30b, respectivamente en las áreas de corte 4a y 4b. Las inclinaciones 5a y 5b frontales de las cuchillas secundarias 31a y 31b dirigidas hacia el material que se va a cortar en el extremo distal de la herramienta de perforación, respectivamente las áreas similares a la cúspide, están sometidas, de hecho, a las cuchillas primarias correspondientes.
- 50      El tamaño 11, como se muestra en la figura 8, está, preferentemente, comprendido en un intervalo entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,8 mm, por ejemplo, igual a 0,3 mm. El tamaño 11 entre las cuchillas primarias y las cuchillas secundarias crea junto con el tamaño "14l" y "14p" un área de descarga "S" en el área de corte que permite una mejor descarga del material cortado. Como se muestra en la figura 9, (etapa 1), la aproximación de la herramienta sobre el material tiene lugar en las cuchillas primarias 30a y 30b y en el área de corte 4a y 4b. En (etapa 2) las cuchillas secundarias 31a y 31b, y las áreas de corte 5a y 5b, contribuyen al corte y gracias al área de descarga se reduce el esfuerzo del operario, la fricción entre las partes se reduce minimizando el aumento de temperatura durante el corte y favorece la descarga del material cortado, aumentando la vida útil de la herramienta.
- 55      El tamaño 11, como se muestra en la figura 8, está, preferentemente, comprendido en un intervalo entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,8 mm, por ejemplo, igual a 0,3 mm. El tamaño 11 entre las cuchillas primarias y las cuchillas secundarias crea junto con el tamaño "14l" y "14p" un área de descarga "S" en el área de corte que permite una mejor descarga del material cortado. Como se muestra en la figura 9, (etapa 1), la aproximación de la herramienta sobre el material tiene lugar en las cuchillas primarias 30a y 30b y en el área de corte 4a y 4b. En (etapa 2) las cuchillas secundarias 31a y 31b, y las áreas de corte 5a y 5b, contribuyen al corte y gracias al área de descarga se reduce el esfuerzo del operario, la fricción entre las partes se reduce minimizando el aumento de temperatura durante el corte y favorece la descarga del material cortado, aumentando la vida útil de la herramienta.
- 60      En el ejemplo descrito, la parte del primer contacto de la herramienta 1 con el material es igual al borde de corte 10 (cuchilla transversal), generándose tal borde 10 mediante la intersección de las cuchillas de punta 4a y 4b, que
- 65      En el ejemplo descrito, la parte del primer contacto de la herramienta 1 con el material es igual al borde de corte 10 (cuchilla transversal), generándose tal borde 10 mediante la intersección de las cuchillas de punta 4a y 4b, que

tienen un ángulo de inclinación frontal comprendido en un intervalo entre 25 y 35 grados, por ejemplo, igual a 28 grados.

5 Como se destaca en las figuras relacionadas con las vistas laterales de la herramienta de perforación según una realización preferente, el cuerpo de punta 3 está formado por una primera parte 50 sustancialmente cilíndrica y una segunda parte 60 perfilada sustancialmente cónica. La parte 60 cónica se estrecha hacia el extremo distal de la herramienta de perforación.

10 Ventajosamente, la forma geométrica de la herramienta 1 la hace adecuada para permitir la perforación del elemento mediante un único paso de la herramienta dentro del propio elemento.

Alternativamente, por ejemplo, para diámetros mayores, se proporciona la realización de un número de cuchillas superiores a cuatro.

15 En particular, las cuchillas mencionadas anteriormente se desarrollan a lo largo de una hélice izquierda, por ejemplo, teniendo un ángulo de hélice  $\epsilon$  mostrado en la figura 6 (considerado como el ángulo formado por la tangente con respecto a la hélice promedio con un eje de extensión principal A de la herramienta 1) en un intervalo de 0,1 a 8 grados, por ejemplo, igual a 3 grados, permite reducir el esfuerzo del operario en el trabajo de perforación. En una realización alternativa, las cuchillas se desarrollan a lo largo de una hélice derecha.

20 El cuerpo de punta comprende un alma central llamada núcleo alrededor de la cual se desarrollan las cuchillas primarias y secundarias. El diámetro exterior "D" de las cuchillas define una superficie exterior del propio cuerpo de punta. La segunda parte 60 sustancialmente cónica tiene al menos una variación de conicidad hacia el extremo distal de la propia herramienta de perforación. En particular, para los propósitos de la presente descripción, se define bajo el ángulo de conicidad de inclinación de la reducción de diámetro, es decir, el ángulo formado por la tangente con respecto al perfil exterior de las cuchillas con un eje de extensión principal A de la herramienta de perforación mostrada en la figura 7. Según la invención, las cuchillas primarias y secundarias 30a, 30b, 31a y 31b forman:

- 30 - un ángulo de conicidad  $\mu_1$ , con el eje principal "A" de la herramienta 1, comprendido en un intervalo entre 2 y 10 grados, por ejemplo, igual a 6 grados, para una longitud de un primer tramo de cuchilla comprendido entre 6 y 14 mm, por ejemplo, igual a 10 mm, a partir del extremo distal de la herramienta de perforación;
- un ángulo de conicidad  $\mu_2$ , con el eje principal "A" de la herramienta 1, comprendido en un intervalo entre 1 y 7 grados, por ejemplo, igual a 4 grados, para una longitud de un segundo tramo de cuchilla comprendido entre 2 y 9 mm, por ejemplo, igual a 5 mm, a partir del primer tramo mencionado anteriormente;
- 35 - un ángulo de conicidad  $\mu_3$ , con el eje principal "A" de la herramienta 1, comprendido en un intervalo entre 0 y 6 grados, por ejemplo, igual a 2 grados, para una longitud de un tercer tramo de cuchilla comprendido entre 2 y 9 mm, por ejemplo, igual a 5 mm, a partir del segundo tramo mencionado anteriormente.

40 La combinación del curso helicoidal variable de las cuchillas y de las tres formas cónicas,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ,  $\mu_3$ , según lo descrito anteriormente genera una superficie de corte con curso variable a lo largo del eje principal A.

Ventajosamente, el grado de conicidad variable adoptado en las cuchillas reduce las cargas axiales y radiales, permitiendo realizar la perforación con extrema facilidad. Dicha configuración de cuchillas permite reducir el esfuerzo del operario al facilitar el trabajo de perforación de entrada.

45 La forma cónica de la parte 60, con un estrechamiento particular del alma central, llamada núcleo (N), permite además reducir la sección transversal de las cuchillas y hacer que el compartimento de mandril V sea más profundo, con una mayor descarga del material cortado y reducir el sobrecalentamiento del material de trabajo.

50 Como se muestra en la figura 3, en la parte 60 cónica, las cuchillas 30a, 30b, 31a y 31b tienen un ángulo de la primera inclinación dorsal  $\alpha$ , comprendida preferentemente en un intervalo de 4 a 12 grados, por ejemplo, igual a 8 grados.

55 Además, en la parte 60 cónica mencionada anteriormente, de la figura 3, las cuchillas 30a, 30b, 31a y 31b tienen un ángulo de la segunda inclinación dorsal  $\beta$ , comprendida preferentemente en un intervalo de 25 a 35 grados, por ejemplo, igual a 30 grados.

60 Como se muestra en la figura 4, en la primera parte 50 cilíndrica, las cuchillas 30a, 30b, 31a y 31b tienen un ángulo de la segunda inclinación dorsal  $\delta$ , comprendida preferentemente en un intervalo de 25 a 35 grados.

Bajo el ángulo mordiente, en la presente descripción, se entiende que el ángulo radial es generado por la superficie del compartimento de mandril y el plano normal con respecto al eje principal de la extensión A.

65 Para permitir una alta calidad de corte y un trabajo de perforación con corte agudo y sin rotura de fibras, preferentemente, en la parte 60 cónica, las cuchillas 30a, 30b, 31a y 31b tienen un ángulo mordiente " $\eta$ " variable, en

## ES 2 675 372 T3

la figura 4, hacia el extremo distal de la herramienta de perforación. En particular, los valores del ángulo mordiente en el área cónica mencionada anteriormente están comprendidos en un intervalo de -3 a 3 grados.

5 En la primera parte 50 cilíndrica, el ángulo mordiente  $\eta$  representado en la figura 4 está, preferentemente, comprendido en un intervalo de 3 a 12 grados. Por lo tanto, en la parte 50 cilíndrica se genera un nuevo mordiente, esta característica permite que la herramienta funcione como dos herramientas diferentes. La variación del ángulo mordiente (de positivo a negativo) genera el acabado durante el mismo trabajo de perforación; a continuación, se produce tanto una mejora del acabado de la superficie del orificio (tolerancias más estrictas) como una duración más larga de la herramienta resultante de la misma.

10 Preferentemente, incluso el alma central de la herramienta de perforación, llamada núcleo "N", experimenta variaciones de tamaño en el paso desde la parte cilíndrica a la parte cónica. En particular, el diámetro del núcleo (en la primera parte 50) tiene una sección resistente que tiene un diámetro comprendido entre aproximadamente 1/3 y aproximadamente 2/3 del diámetro de la parte 50 cilíndrica, en particular variable a lo largo de la dirección de extensión del eje principal A.

15 El diámetro del núcleo (en la segunda parte 60 cónica) tiene una sección resistente que tiene un diámetro comprendido entre aproximadamente 1/4 y aproximadamente 1/2 del diámetro D de la parte 50 cilíndrica, en particular variable en función de la longitud considerada. Por lo tanto, el núcleo "N" del cuerpo de punta 3 disminuye hacia el extremo distal de la herramienta del primer contacto con el elemento que se va a perforar. El grosor del borde de corte (10 R) se define en función del grosor del diámetro "D", como se muestra a continuación en la tabla 1 (figura 5).

20 Como se muestra en la figura 7, la anchura L máxima de las cuchillas primarias 30a y 30b en el extremo distal de la herramienta es aproximadamente 1/3 y 2/3 del diámetro D de la parte cilíndrica.

25 En particular, la combinación de los valores mencionados anteriormente relacionados tanto con la anchura de las cuchillas 30a y 30b, como con el ángulo de inclinación 4a y 4b frontal y con los ángulos  $\alpha$  de la primera inclinación dorsal, favorece un contacto mínimo entre el material y la herramienta para reducir la fricción entre las partes y, en consecuencia, minimizar el aumento de la temperatura durante el corte. Ventajosamente, entonces, es posible realizar la perforación con altos grosores sin quemarse y/o deformarse el material.

30 Según el tipo específico de material considerado y/o los tamaños específicos del trabajo requerido, se usan herramientas con diferentes diámetros. Preferentemente, algunas características geométricas de la herramienta, según la presente invención, son variables dependiendo del valor del diámetro D de la parte cilíndrica, como se muestra en la tabla 1 más adelante.

*Tabla 1*

Descripción	Área; Referencia	Diámetro de la herramienta D (")				
		6/32"	8/32"	10/32"	12/32"	
		Valor (mm)	Valor (mm)	Valor (mm)	Valor (mm)	
Tramo cónico del núcleo	El núcleo se refiere al alma central de la punta.	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2} D$	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2} D$	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2} D$	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2} D$	
Tramo cilíndrico del núcleo	El núcleo se refiere al alma central de la punta.	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	
Grabado de cuchillas	División de las cuchillas secundarias S: Anchura (141), Profundidad (14p)	(141)	0,2~0,8	0,4~1,2	0,6~1,4	0,4~1,6
		(14p)	0,6~1,4	0,6~1,4	0,8~1,6	1,2~2
Anchura de las cuchillas primarias	L	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} D$	
Cabeza de núcleo de reducción	10R	0,2~1	0,2~1	0,4~1,3	0,4~1,5	

40 El campo de la perforación manual requiere una secuencia compleja de procedimientos dependiendo de los casos de obtención del orificio terminado, que depende del tipo de material que se va a trabajar, o de los diferentes tipos de material en el caso de acoplamientos de diferentes materiales.

La herramienta de perforación según la presente invención ha obtenido excelentes resultados. El esfuerzo del operario se ha reducido considerablemente a pesar de las dificultades de los materiales de trabajo con diferentes características mecánicas.

5 Una ventaja adicional de la herramienta de perforación según la presente invención consiste en que la herramienta funciona tanto en ausencia de lubricante como humedecida en el extremo distal de la herramienta con cera lubricante de corte o aceite lubricante.

10 Como se ha descrito, para completar la perforación mencionada anteriormente, trabajando a través de la técnica conocida, serían necesarias una pluralidad de herramientas, una pluralidad de casquillos (guías para la herramienta) y una pluralidad de intercambios de herramientas (con la consiguiente necesidad de tiempo para el paso entre dos aplicaciones).

15 Ventajosamente, mediante el uso de la herramienta de perforación según la presente invención, para obtener un procedimiento de perforación completo, se requerirá una única herramienta, no se proporcionarán los costos de producción y tiempo relacionados con el intercambio de herramientas y, por último, se requerirá proporcionar:

por ejemplo, en lo que respecta al tiempo de trabajo, el tiempo exclusivamente inherente al procedimiento de perforación es:

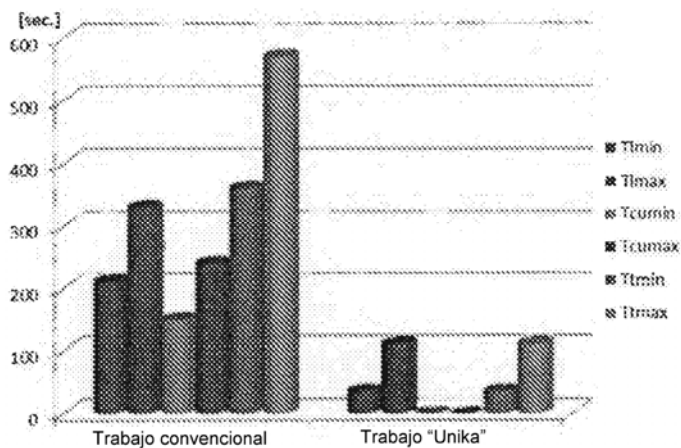
20

- Tcu: tiempo para cambiar la herramienta
- Tl: tiempo de trabajo

25

- Tt: tiempo total ( $Tt = Tcu + Tl$ )

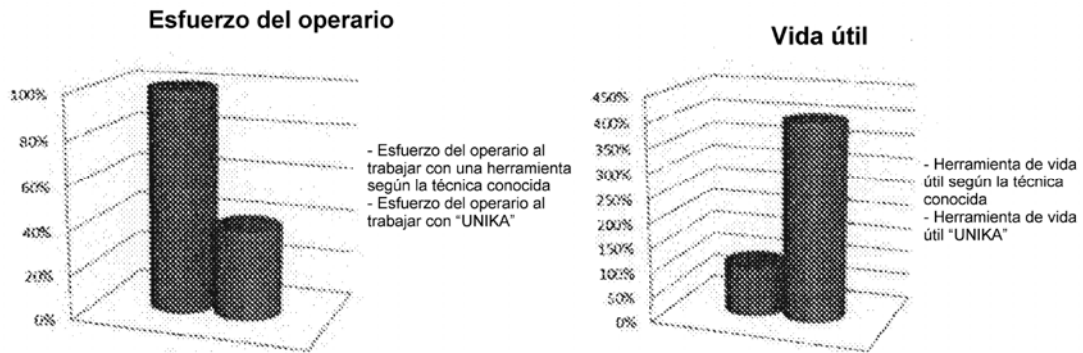
30 Mediante el uso de la herramienta de perforación según la presente invención se obtiene una reducción en el tiempo para cambiar la herramienta, una reducción clara en el tiempo para la perforación y después una reducción de Tt. La considerable reducción en el tiempo y los costos de producción para el trabajo manual tiene una gran importancia, ya que los procedimientos manuales hasta ahora son un costo considerable que se va a reducir en la industria aeronáutica.



35 En particular, en el campo aeronáutico, por cada metro cuadrado de material, puede requerirse un número de aplicaciones que varía de 180 a 250, dependiendo del tipo específico de aeronave que se está fabricando.

40 La herramienta de perforación giratoria (perforación manual con herramienta manual) puede realizar de manera continua alrededor del 300 % de los orificios más que la técnica conocida en un elemento o más elementos hechos de material compuesto con un grosor superior a 10 mm. En las imágenes de la figura 10, algunos orificios se representan mediante el uso de herramientas tradicionales con defectos detectables. Con el dispositivo de la presente invención, no solo aumenta la vida útil de la herramienta, sino que se respetan los requisitos de calidad (figura 11).





5 Para realizar una perforación mediante el dispositivo de la presente invención será suficiente equiparlo con una máquina herramienta, por ejemplo, un taladro (herramienta manual), que comprende la herramienta mencionada anteriormente, un casquillo de guía, para posicionar el extremo distal de la herramienta en una parte de superficie del elemento de trabajo y para accionar y empujar el taladro hacia el propio elemento para realizar un orificio pasante.

10 Por lo tanto, es evidente la importancia de la herramienta de perforación según la presente invención y del proceso asociado a la misma en términos de coste y sobre todo en términos de tiempo de ejecución.

15 La herramienta de perforación, según la presente invención, permite superar la necesidad de una gama de puntos helicoidales y taladradoras para realizar el trabajo de una manera progresiva, típica de la técnica conocida. Al superar un trabajo que comprende una pluralidad de pasadas con diámetros crecientes y pase final con taladradoras, los errores de trabajo se anulan por completo.

20 Por lo tanto, mediante el uso de la herramienta de perforación según la presente invención, se obtiene una mejora del trabajo de perforación en términos de ergonomía, tolerancia de tamaño, calidad de superficie, tiempo y costos de producción.

La presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones preferentes. Debe entenderse que pueden existir otras realizaciones que pertenecen al mismo núcleo inventivo, tal como se define por el alcance de protección de las reivindicaciones presentadas a continuación.

**REIVINDICACIONES**

1. Una herramienta de perforación manual (1) para perforar uno o más elementos acoplados, que comprende:

- 5 • un mandril de enganche (2) apto para ser apretado en el huso de una máquina herramienta para arrastrar dicha herramienta (1) en rotación;
- 10 • un cuerpo de punta (3) con diámetro de herramienta (D) que tiene al menos cuatro ranuras helicoidales que se desarrollan longitudinalmente en el cuerpo de punta y definen al menos dos cuchillas primarias (30a y 30b) y al menos dos cuchillas secundarias (31a y 31b); formando dichas dos cuchillas primarias un ángulo de punta ( $\gamma$ );
- 15 teniendo dichas cuchillas secundarias (31a, 31b) una superficie de descarga S; estando dicha superficie de descarga S conformada para crear una interrupción entre las cuchillas secundarias y las cuchillas primarias contribuyendo a reducir el esfuerzo del operario, a reducir la temperatura y a favorecer la descarga del material trabajado, en el que dicho cuerpo de punta (3) está formado por una primera parte sustancialmente cilíndrica (50) y una segunda parte sustancialmente cónica (60) con estrechamiento hacia el extremo de la herramienta,

caracterizado por que la herramienta de perforación manual (1) proporciona una variación de conicidad con tres ángulos de conicidad ( $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ,  $\mu_3$ ) definidos como ángulos formados por tangentes con respecto a perfiles exteriores de las cuchillas con un eje de extensión principal (A) de la herramienta de perforación (1), en el que dichas cuchillas primarias y secundarias (30a, 30b, 31a y 31b) forman:

- 20 • el primer ángulo de conicidad ( $\mu_1$ ) comprendido en un intervalo entre 2 y 10 grados para una longitud de un primer tramo de cuchilla comprendido entre 6 y 14 mm a partir del extremo distal de la herramienta de perforación;
- 25 • el segundo ángulo de conicidad ( $\mu_2$ ) comprendido en un intervalo entre 1 y 7 grados para una longitud de un segundo tramo de cuchilla comprendido entre 2 y 9 mm a partir del primer tramo de cuchilla mencionado anteriormente; y
- el tercer ángulo de conicidad ( $\mu_3$ ) comprendido en un intervalo entre 0 y 6 grados para una longitud de un tercer tramo de cuchilla comprendido entre 2 y 9 mm a partir del segundo tramo mencionado anteriormente.

30 2. La herramienta de perforación (1) según la reivindicación anterior, en la que dichas cuchillas secundarias (31a, 31b) tienen una superficie de descarga S, generada por una muesca en forma de "U", con una anchura (141) y una profundidad (14p) en ambas cuchillas secundarias variables en función del diámetro "D" de dicha parte cilíndrica (50), pudiendo esta forma geométrica contribuir a reducir aún más el esfuerzo del operario, la temperatura y favorecer la descarga del material trabajado.

35 3. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una distancia frontal entre dichas cuchillas primarias (30a y 30b) y secundarias (31a y 31b), en dicho extremo distal de la herramienta, está sustancialmente comprendida en un intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,8 mm.

40 4. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo dichas dos cuchillas primarias (30a y 30b) dos áreas (4a y 4b) respectivas generadas por un ángulo de inclinación frontal comprendido en un intervalo entre 25 y 35 grados.

45 5. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas ranuras se desarrollan a lo largo de una hélice izquierda.

50 6. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas se desarrollan a lo largo de una hélice que tiene un ángulo de hélice ( $\epsilon$ ) comprendido en un intervalo de 0,1 a 8 grados.

55 7. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas (30a, 30b; 31a, 31b) en dicha primera parte sustancialmente cilíndrica (50) tienen un ángulo de segunda inclinación dorsal ( $\delta$ ) comprendida en un intervalo de 25 a 35 grados.

8. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas (30a, 30b; 31a, 31b) en dicha segunda parte sustancialmente cónica (60) tienen un ángulo positivo de la primera inclinación dorsal ( $\alpha$ ) comprendida en un intervalo de 4 a 12 grados.

60 9. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas (30a, 30b; 31a, 31b) en dicha segunda parte sustancialmente cónica (60) tienen un ángulo positivo de la segunda inclinación dorsal ( $\beta$ ) comprendida en un intervalo de 25 a 35 grados.

65 10. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas (30a, 30b; 31a, 31b) en dicha segunda parte sustancialmente cónica (60) tienen un ángulo mordiente variable ( $\eta$ ) a lo largo de una dirección de desarrollo principal del eje A de la herramienta.

## ES 2 675 372 T3

11. La herramienta de perforación (1) según la reivindicación anterior, en la que dicho ángulo mordiente variable está comprendido en un intervalo de -3 a 3 grados.
- 5 12. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cuchillas (30a, 30b; 31a, 31b) en dicha primera parte sustancialmente cilíndrica (50) tienen un ángulo mordiente ( $\eta$ ) comprendido en un intervalo de 3 a 12 grados.
- 10 13. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha alma central o núcleo (N) en dicha primera parte cilíndrica (50) tiene una sección resistente que tiene un diámetro comprendido en un intervalo entre aproximadamente  $1/3$  y aproximadamente  $2/3$  del diámetro "D" de dicha parte cilíndrica (50), preferentemente variable a lo largo de una dirección de desarrollo principal del eje A de la herramienta.
- 15 14. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha alma central o núcleo en dicha segunda parte (60) tiene una sección resistente que tiene un diámetro comprendido en un intervalo entre aproximadamente  $1/4$  y aproximadamente  $1/2$  del diámetro "D" de dicha parte cilíndrica (50), preferentemente variable en función de la altura considerada.
- 20 15. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho ángulo de punta ( $\gamma$ ) está, sustancialmente, comprendido en un intervalo entre 115 y 125 grados.
- 25 16. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una anchura máxima (L) de dichas cuchillas primarias (30a y 30b) correspondiente a dicho extremo distal del punto tiene un valor comprendido en un intervalo entre aproximadamente  $1/3$  y aproximadamente  $2/3$  del diámetro "D" de dicha parte cilíndrica (50).
- 30 17. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho mandril (2) puede recibirse en máquinas herramienta manuales (taladros) semiautomáticas y automáticas controladas numéricamente.
- 35 18. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que uno o más elementos acoplados están hechos de material compuesto, tal como, por ejemplo, fibra de carbono y/o fibra de vidrio.
19. La herramienta de perforación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que uno o más elementos acoplados están hechos de aleación ligera y/o aleación de titanio y/o materiales plásticos.

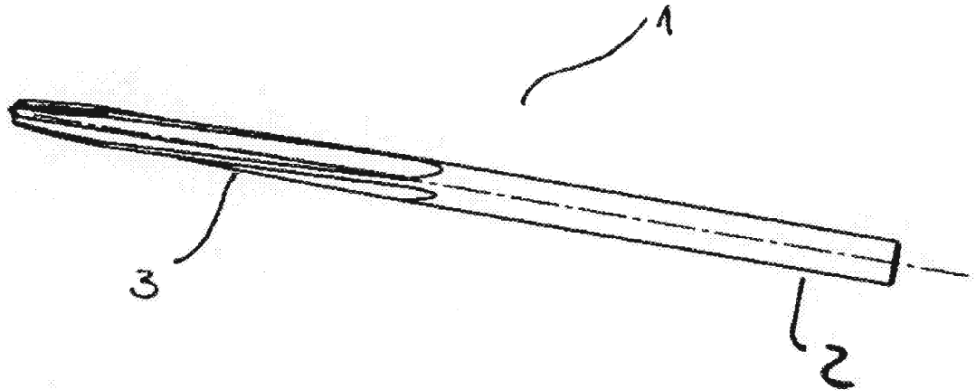


Fig. 1

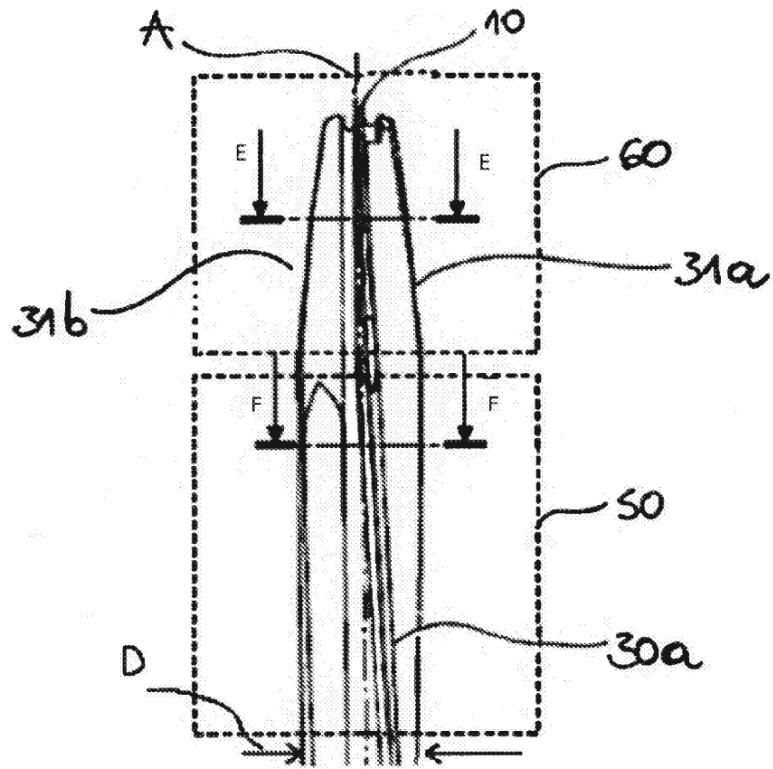


Fig. 2

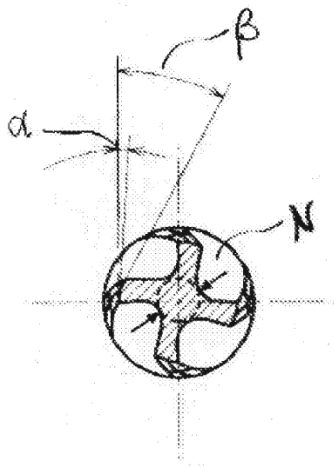


Fig. 3

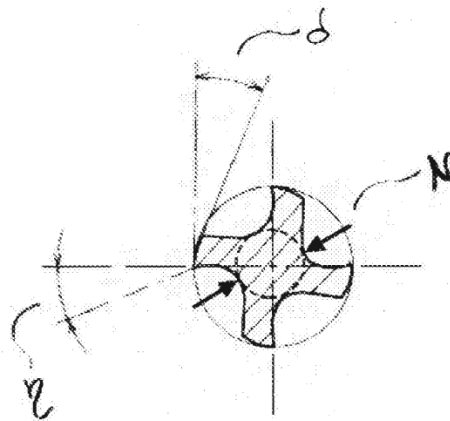


Fig. 4

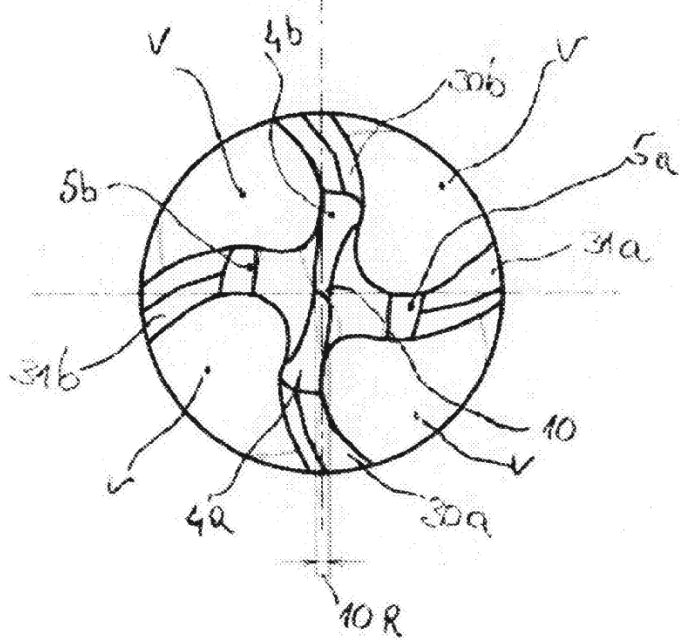


Fig. 5

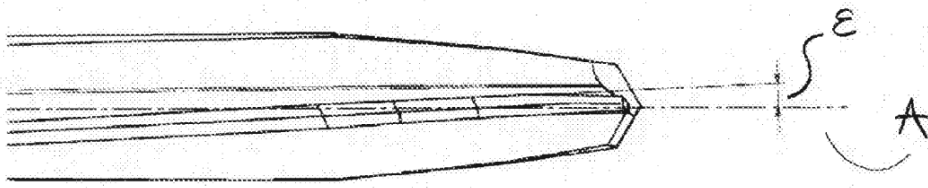


Fig. 6

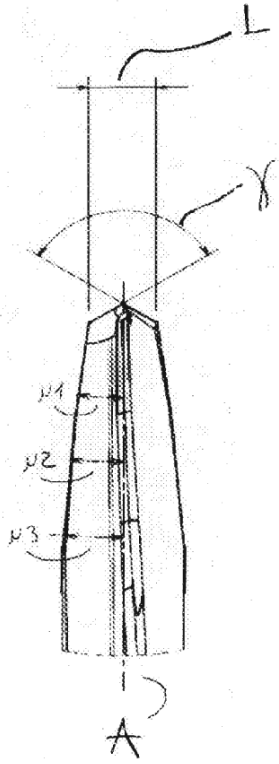


Fig. 7

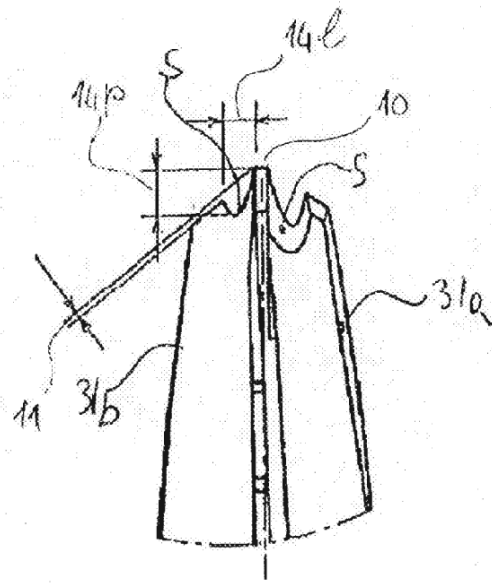


Fig. 8

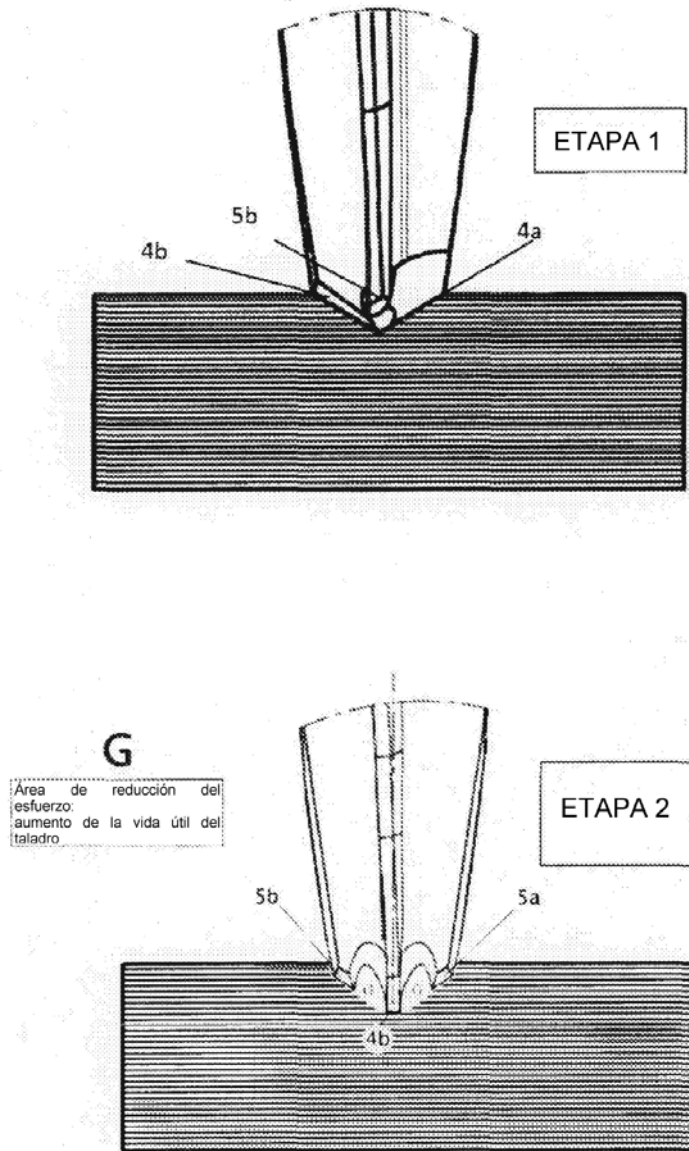
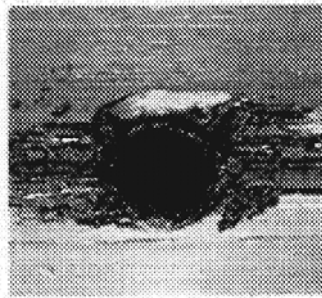
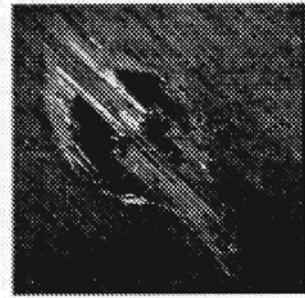


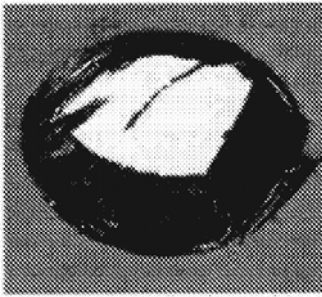
Fig. 9



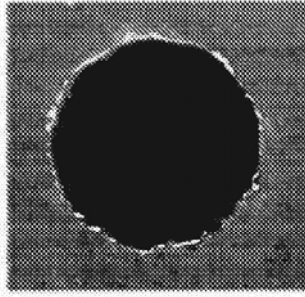
10/1



10/2



10/3



10/4

Fig. 10

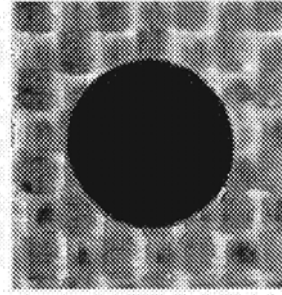
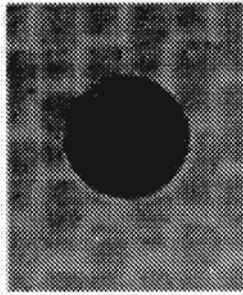


Fig. 11