

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 363**

51 Int. Cl.:

F02M 61/18 (2006.01)

B22F 3/17 (2006.01)

B22F 5/10 (2006.01)

B22F 7/08 (2006.01)

F02M 61/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2010 PCT/DK2010/050291**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11050814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2010 E 10826127 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2494183**

54 Título: **Boquilla para una válvula de combustible en un motor diésel**

30 Prioridad:

30.10.2009 DK 200901174

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

28.03.2018

73 Titular/es:

**MAN DIESEL & TURBO, FILIAL AF MAN DIESEL
& TURBO SE, TYSKLAND (100.0%)
Teglholmegade 41
2450 København SV, DK**

72 Inventor/es:

HOEG, HARRO ANDREAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 661 363 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

Boquilla para una válvula de combustible en un motor diésel

5 La presente invención se refiere a una boquilla para una válvula de combustible para un motor de combustión interna, en particular, un motor de cruceta de dos tiempos, boquilla para una válvula de combustible que comprende una parte central de un acero aleado, y un revestimiento exterior que forma la superficie de la boquilla hacia una cámara de combustión, revestimiento exterior que ha sido formado a partir de material de partida particulado de una aleación resistente a la corrosión en caliente con base de níquel, con base de cromo o con base de cobalto, donde
10 dicho material de partida particulado se ha unido a una capa coherente.

El documento WO 2004/030850 describe una boquilla conocida para una válvula de combustible de este tipo donde el revestimiento exterior resistente a la corrosión se proporciona sobre la parte central mediante procesado por pulvimetalurgia donde el material particulado de la aleación resistente a la corrosión se coloca en un molde sobre la
15 parte central y se unifica con esta última en un proceso HIP (Presión Isostática en Caliente). El molde se evacúa con el fin de eliminar todo el aire o gas posible. El proceso HIP se realiza en una cámara que puede calentarse y ajustarse bajo presión. Con el fin de utilizar la cámara de manera eficaz se rellena con todas las boquillas u otras piezas posibles, y estos objetos se someten todos al mismo tratamiento HIP dentro de la cámara. Cuando el tratamiento se inicia, la cámara se calienta y se presuriza en condiciones HIP, y estas condiciones se guardan
20 entonces para el periodo requerido, habitualmente al menos entre 8 y 12 horas.

Durante el tratamiento HIP la presión influye en el material particulado como presión isostática (presión completamente uniforme en todas direcciones), y el volumen del material particulado se reduce uniformemente en todas direcciones a medida que se compacta sobre la parte central. En la microestructura resultante del
25 revestimiento exterior se ve que las partículas permanecen conformadas como esferas con perfiles circulares cuando se observan en una muestra triturada y pulida tomada de la boquilla finalizada. En los dibujos las Figuras 1 y 10 son fotografías de dichas muestras.

Se sabe que el proceso HIP proporciona una microestructura de gran calidad y buena coherencia del revestimiento exterior, pero el proceso HIP lleva gran cantidad de tiempo, y el largo tiempo del proceso a una temperatura elevada también puede dar lugar a procesos metalúrgicos poco convenientes, como la dispersión de un componente desde
30 la una aleación a la otra aleación.

La presente invención tiene por objeto obtener una elevada resistencia del revestimiento exterior y obtener una microestructura en el revestimiento exterior con una estructura resistente, en particular cerca de la zona de transición a la parte central.
35

Con vistas a esto, la boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con la presente invención está caracterizado por que al menos en la zona de transición a la parte central las partículas en el material particulado del revestimiento exterior se han deformado en formas ovaladas o alargadas debido a la deformación causada por el forjado del revestimiento exterior y la parte central, y por que el revestimiento exterior forjado tiene una densidad de al menos el 98,0 %.
40

La deformación causada por el forjado ocasiona el desplazamiento de partículas de polvo en relación con otras partículas de polvo de manera que las partículas frotan unas contra otras y penetran en capas de película de óxido que pueden estar presentes sobre la superficie de las partículas. La deformación puede ser en particular deformación por cizallamiento. Cualquier capa de película de óxido será delgada porque el material particulado se fabrica habitualmente mediante atomización en un gas libre de oxígeno, sin embargo, durante el almacenamiento algunos óxidos se formarán inevitablemente sobre las partículas. La deformación deforma las partículas en formas
45 no esféricas que pueden caracterizarse como formas ovaladas o alargadas. Durante el forjado el material particulado se comprime en una capa densa, y las partículas se unen en un material coherente unido a la capa adyacente, que es la parte central cuando el material particulado se encuentra directamente sobre la parte central.
50

La deformación por cizallamiento causada por el forjado hace que el material particulado fluya al menos en direcciones a lo largo de la zona de transición entre el material del revestimiento exterior y el material de la parte central. La deformación por cizallamiento y los movimientos resultantes dentro del material cerca de la zona de transición garantizan la creación de uniones eficaces entre los materiales y junto con la manera extremadamente eficaz de frotar las partículas unas contra otras durante la deformación, la microestructura resultante solo tendrá un número muy reducido de puntos de fallo interiores dentro de la microestructura. Por tanto, la unión de los materiales en el área de transición tiene una microestructura resistente y es posible prescindir completamente de bloqueo geométrico entre el revestimiento exterior y la parte central. El forjado se aplica como la etapa posterior al montaje, la evacuación y el calentamiento de la carcasa que encierra el material particulado y la parte central. Se considera importante que no haya ninguna etapa intermedia, tal como un tratamiento HIP, porque dicho tratamiento se es prolongado y puede ocasionar dispersión entre los materiales.
55
60
65

- Es posible que el revestimiento exterior se encuentre directamente sobre la parte central. Como alternativa, al menos una capa protectora de una aleación se encuentra entre la parte central y el revestimiento exterior. Cuando se utiliza dicha capa protectora, la aleación de la capa protectora es de una tercera aleación que tiene una composición diferente al acero aleado de la parte central y diferente a la aleación resistente a la corrosión en caliente del revestimiento exterior. La diferencia en la composición significa que el análisis de la aleación de la capa protectora difiere en los componentes de la aleación o en las cantidades (en porcentaje de peso) de una o más de los componentes de la aleación. La capa protectora puede ser, por ejemplo, un acero aleado con una cantidad diferente de carbono o cantidades diferentes de otros componentes, tal como cromo, hierro o níquel. Por tanto, debe entenderse que el término composición significa el análisis de las aleaciones. La ubicación de la capa protectora entre la parte central de acero aleado y el revestimiento exterior tiene el efecto de que el acero aleado está directamente en contacto solo con el material de la capa protectora y no con la aleación resistente a la corrosión de la capa exterior. La capa protectora sirve para reducir o evitar la dispersión de componentes de la aleación desde el revestimiento exterior a la parte central, y viceversa.
- Preferentemente, la capa protectora se selecciona del grupo que comprende acero, acero austenítico, una aleación basada en níquel, y una aleación que, aparte impurezas inevitables, es de Fe o Ni. Estas aleaciones se consideran compatibles tanto con el acero de la parte central como con la aleación del revestimiento exterior.
- En una realización el acero aleado de la parte central es un acero inoxidable austenítico. El acero inoxidable tiene elevada resistencia y en términos generales se considera que actúa muy bien, sobre todo en motores de cruceta de dos tiempos. El acero inoxidable, sin embargo, tiene un contenido de carbono bastante elevado. La capa protectora absorbe carbono dispersado, de manera que las ventajas de utilizar acero inoxidable para la mayor parte de la boquilla no se ven afectadas por las grandes exigencias para la resistencia a la corrosión en caliente y para la ductilidad a largo plazo de la boquilla finalizada.
- En una realización preferida la capa protectora tiene un grosor de al menos 0,3 mm, tal como al menos 0,5 mm, y preferentemente al menos 0,75 mm. El grosor dificulta la dispersión de carbono por la capa protectora, incluso cuando la capa protectora es de una aleación que muestra capacidades de formación de carburos donde la dispersión de carbono en la capa puede convertirse en carburos y, por tanto, no puede ocasionar un aumento en la actividad de carbono de la capa.
- La presente invención también se refiere a un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible para un motor de combustión interna, boquilla para una válvula de combustible que comprende una cabeza de válvula con una parte central de un acero aleado, y un revestimiento exterior que forma la superficie de la boquilla hacia una cámara de combustión, revestimiento exterior que está de material de partida particulado de una aleación resistente a la corrosión en caliente que tiene base de níquel, base de cromo o base de cobalto.
- De acuerdo con la presente invención el método está caracterizado por que, mientras el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente se guarda en una carcasa en la parte central se forja el material particulado, por lo que el material particulado se somete a deformación que deforma las partículas en formas alargadas u ovaladas, compactando dicho forjado el material particulado a una densidad de al menos el 98,0 % y uniendo el revestimiento exterior con la parte central o con una capa protectora y la parte central.
- El forjado se produce muy rápido en comparación con un tratamiento HIP y, de esta manera, los componentes de la aleación solo tienen poco tiempo para la dispersión desde la una aleación a la aleación próxima mientras las piezas de la válvula están a la elevada temperatura de forjado. Como se ha descrito anteriormente, el forjado presiona el material particulado junto y la deformación por cizallamiento mueve las partículas en direcciones paralelas con la zona de transición y hace que las partículas en el material particulado froten unas contra otras y se fusionen.
- Durante el movimiento, el frotamiento y la fusión de cualquier película de óxido presente inicialmente en las partículas hacen que se descomponga y material de aleación limpio de granos dentro de una partícula cualquiera entra en contacto directo con material de aleación limpio de granos dentro de otras partículas, y los granos pueden conectar así eficazmente al nivel de la microestructura.
- En un ejemplo el material particulado en la carcasa se proporciona en una capa de un grosor esencialmente uniforme en un área que se extiende a lo largo de una superficie externa cilíndrica de la parte central. Cuando la capa de material particulado tiene un grosor esencialmente uniforme en la carcasa y se aplican condiciones de forjado esencialmente uniforme, el revestimiento exterior resultante tendrá un grosor esencialmente uniforme.
- Otro método de acuerdo con la presente invención está caracterizado por que el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente se pulveriza en caliente en una atmósfera inactiva para constituir una pieza preformada, la pieza preformada y la parte central se calientan a una temperatura de forjado y se forjan, por lo que el material particulado se somete a deformación por cizallamiento que deforma las partículas en formas alargadas u ovaladas, compactando dicho forjado el material particulado a una densidad de al menos el 98,0 % y uniendo el revestimiento exterior con la parte central o con una capa protectora y la parte central.

Con este método el material particulado se conforma primero en una pieza preformada con suficiente estabilidad de forma para permitir que el material particulado se coloque sobre la parte central como un cuerpo único. Incluso es posible pulverizar el material particulado directamente sobre la parte central. En caso de que el material particulado esté sin porosidades interconectadas, es posible evitar usar una carcasa. Cuando se usa una carcasa, tiene que limarse después de terminar el forjado. Aunque el material particulado en la pieza preconstituida tendrá formas irregulares antes del forjado, el forjado provoca los efectos descritos en relación con el primer método mencionado pero las partículas deformadas resultantes tendrán formas bastante irregulares.

Independientemente del método que se utilice, se prefiere que, antes del forjado, el material del revestimiento exterior se evacue a una presión de menos de 1×10^{-4} bares. La evacuación elimina los gases de los huecos dentro del material particulado que va a forjarse, y esto facilita la compresión del material. Aunque los gases presentes en el material del revestimiento exterior son habitualmente libres de oxígeno, tales como gases inertes, sigue siendo una ventaja tener la mínima cantidad de gas presente posible. En consecuencia, se prefiere que el material del revestimiento exterior se evacue a una presión de menos de 1×10^{-7} bares.

El material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente guardado en la carcasa puede calentarse a una temperatura de forjado antes del forjado.

En un método de forjado de acuerdo con la presente invención el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente guardado en la carcasa se introduce en una cámara llena de fluido, en la que se lleva a cabo el forjado aumentando la presión en el fluido.

En otro método de forjado de acuerdo con la presente invención el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente guardado en la carcasa se forja siendo presionado por medio de una herramienta que reduce el diámetro exterior de la carcasa.

Si va a utilizarse una capa protectora de una tercera aleación, esta tercera aleación tiene una composición diferente al acero aleado de la parte central (la primera aleación) y diferente a la aleación resistente a la corrosión en caliente del revestimiento exterior (la segunda aleación). La tercera aleación se aplica preferentemente a la superficie de la parte central antes de que el material del revestimiento exterior se coloque en dicha superficie de la parte central. La tercera aleación puede aplicarse como alternativa al material del revestimiento exterior. Sin embargo, la superficie de la parte central normalmente es una superficie regular y lisa sobre la cual puede aplicarse la tercera aleación de una manera muy bien controlada, en particular, bien controlada en cuanto a la cantidad la extensión del material de manera uniforme.

Con el fin de reducir la dispersión por la zona de transición el forjado se lleva a cabo preferentemente en menos de 10 minutos, y la parte central con el revestimiento exterior se enfría inmediatamente después del forjado.

La boquilla forjada, y/o la boquilla después de producirse en una boquilla finalizada, pueden someterse opcionalmente a un tratamiento térmico final, tal como templado o revenido. El tratamiento térmico puede ocasionar la dispersión de componentes de la aleación en zonas de transición y puede reforzar la unión metalúrgica entre materiales.

A continuación se describen con más detalle ejemplos de realizaciones de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a los dibujos extremadamente esquemáticos, en los que

la Figura 1 es una fotografía en un microscopio de una muestra triturada y pulida tomada de una boquilla donde se ha proporcionado un revestimiento exterior mediante un tratamiento HIP de la técnica anterior, la Figura 2 ilustra una vista parcial transversal de una boquilla para una válvula de combustible en forma de una boquilla de acuerdo con la invención, las Figuras 3a, 3b son ilustraciones esquemáticas del forjado de una cabeza de válvula de acuerdo con la presente invención, las Figuras 4 y 5 son ilustraciones esquemáticas de unidades preparadas para el forjado de una cabeza de válvula de acuerdo con la presente invención, las Figuras 6 y 7 son fotografías en un microscopio de una muestra triturada y pulida tomada de una boquilla donde se ha proporcionado un revestimiento exterior de acuerdo con la presente invención, las Figuras 8 y 9 son una vista superior y una vista lateral, respectivamente, de una muestra de prueba, la Figura 10 es una fotografía en un microscopio de una muestra triturada y pulida tomada de una boquilla donde se ha proporcionado un revestimiento exterior mediante un tratamiento HIP de la técnica anterior, y la Figura 11a, 11b son ilustraciones esquemáticas de otro forjado de una cabeza de válvula de acuerdo con la presente invención.

En la Figura 1 y en la Figura 10 se ha tomado la muestra a partir de un material particulado compactado mediante HIP y pueden observarse las formas circulares de las partículas cortadas. Esto muestra que las partículas guardan su forma esférica durante la compactación. Es un signo típico de la compactación HIP que las partículas sean esféricas, y esto es un resultado de la presión isostática aplicada durante la compactación. La presión isostática

hace que el material particulado se encoja de un modo donde las partículas no se desplazan dentro del material durante el proceso. Es un proceso muy ordenado donde se guardan las posiciones mutuas entre partículas. Con el fin de apreciar más claramente la microestructura de la técnica anterior se han añadido tres círculos a la fotografía en la Figura 10 para perfilar tres de las partículas que aparecen en la fotografía.

La Figura 2 ilustra de forma esquemática una boquilla 1 para una válvula de combustible para un motor de cruceta de dos tiempos que tiene más de una válvula de combustible sobre cada cilindro, tal como dos o tres válvulas de combustible sobre cada cilindro. El último motor habitualmente pone a prueba la longevidad de la boquilla, entre otros motivos porque a menudo los motores se accionan con fuelóleo pesado, que incluso puede contener azufre.

La boquilla se proyecta hacia fuera a través de un orificio central en el extremo de un alojamiento 2 de la válvula, cuya superficie anular 3 puede presionarse contra una correspondiente superficie de apoyo en un revestimiento cilíndrico o en una cubierta cilíndrica indicada mediante una línea discontinua para que la punta de la boquilla con perforaciones 4 de la boquilla se proyecte dentro de la cámara de combustión A y pueda inyectar combustible cuando la válvula de combustible esté abierta. La válvula de combustible tiene un deslizador 5 de la válvula con una aguja 6 de la válvula y un asiento 7 de la válvula situados, en el diseño de la válvula mostrado, en el extremo inferior de una guía deslizante 8. La guía deslizante se presiona hacia abajo contra una superficie orientada hacia arriba sobre la boquilla 1.

La boquilla tiene un canal 9 longitudinal central desde el cual las perforaciones 4 de la boquilla se dirigen fuera hacia la superficie externa de la boquilla. La boquilla está constituida de un revestimiento exterior 10 de una primera aleación resistente a la corrosión y de una parte central 12 de una segunda aleación. El revestimiento exterior constituye al menos el área más exterior de la boquilla en el área alrededor de los orificios de la boquilla y puede extenderse hacia arriba y constituir la superficie externa de la boquilla sobre toda la parte de la boquilla que se proyecta desde el alojamiento 2 de la válvula.

El revestimiento exterior 10 sobre la boquilla es una capa material resistente a la corrosión en caliente que contrarresta la quema del material de la boquilla. El material resistente a la corrosión en caliente está formado de material de partida particulado de una aleación con base de níquel, base de cromo o base de cobalto.

El motor de combustión interna que utiliza la boquilla para válvulas de combustible puede ser un motor de cuatro tiempos o un motor de cruceta de dos tiempos. El motor de dos tiempos puede ser de la marca MAN Diesel, tal como del tipo MC o ME, o puede ser de la marca Wärtsilä, tal como del tipo RTA de RTA-flex, o puede ser de la marca Mitsubishi. Para dichos motores de cruceta de dos tiempos el diámetro del pistón puede variar entre 250 y 1100 mm, y para cada cilindro habitualmente hay dos o tres válvulas de combustible.

La boquilla 1 para una válvula de combustible también puede aprovecharse en motores más pequeños, por ejemplo, motores de cuatro tiempos del tipo de velocidad media o elevada, pero la boquilla para una válvula de combustible es aplicable sobre todo en los motores de cruceta de dos tiempos, que son motores grandes donde las cargas son pesadas y la necesidad de funcionamiento continuo sin fallos es predominante.

En una realización el revestimiento exterior 10 se aplica directamente sobre la superficie de la parte central 12. En otra realización de la boquilla para una válvula de combustible, aquella desde la que se han tomado los ejemplares fotografiados en las Figuras 6 y 7, una capa protectora 29 se encuentra entre la parte central 12 y el revestimiento exterior 10. La capa protectora 29, aparte de las impurezas inevitables, puede ser una capa de níquel esencialmente puro aplicado a la superficie de la parte central. La capa de níquel puede aplicarse a la superficie de diferentes maneras, tal como proporcionándose como material particulado colocado sobre la parte central. La capa de níquel también puede proporcionarse en un procedimiento distinto antes de colocar el material particulado del revestimiento exterior encima de la capa protectora. En dicho procedimiento distinto la parte central puede colocarse en un baño galvánico y el níquel puede depositarse mediante galvanoplastia de níquel formando una capa que tiene un grosor en el rango de 30 a 150 mm, preferentemente de 30 a 70 mm. La capa galvanoplastiada tiene la ventaja de ser una capa de níquel puro muy densa.

En otra realización la capa protectora, aparte de impurezas inevitables, es de Fe. Una ventaja de hacer la capa protectora de hierro o níquel puro, o casi puro, es que la capa protectora no tiene formadores de carburo o solo pequeñas cantidades del mismo. Cuando este es el caso, la formación de carburos en la capa protectora se suprime, y la dispersión de carbono en la capa protectora aumenta la actividad de carbono en la capa protectora y así se pondrá resistencia a la dispersión adicional de carbono en la capa. El carbono solo tiene solubilidad muy pequeña en hierro y níquel. Como ejemplo, la solubilidad de carbono en níquel a una temperatura de 500°C es inferior al 0,1 % por peso, por lo que cuando cantidades aún menores de carbono se hayan dispersado en la capa protectora, la capa protectora obtendrá una actividad de carbono del 100 % y así evitará prácticamente una dispersión adicional de carbono en la capa.

Como otro ejemplo la capa protectora 29 puede ser de acero o acero austenítico. La capa protectora puede ser una placa de acero. Como ejemplo más específico, la parte central 12 es de acero para herramientas forjado (acero para herramientas H13 en la Tabla 1), el revestimiento exterior 10 es de Aleación 671, y la placa de acero es de la

ES 2 661 363 T3

aleación W.-N.º 1.4332 seleccionada de las aleaciones de la Tabla 2. Como otro ejemplo la capa protectora 29 puede proporcionarse como material particulado de la aleación UNS S31603 y el revestimiento exterior 10 puede ser de material particulado de Aleación 671. La parte central 12 es de acero forjado. En este caso, tanto el material particulado de la capa protectora como el material particulado del revestimiento exterior están unidos en un material coherente sobre la parte central 12 durante el forjado.

Como una realización alternativa la capa protectora puede ser de una aleación con base de níquel. Una aleación de este tipo es adecuada en particular para unirse bien con la aleación del revestimiento exterior, y puede tener un contenido de cromo que sea considerablemente menor que el revestimiento exterior, tal como un contenido de cromo de menos del 25 % por peso, tal como la aleación IN 625 que tiene entre el 20 y el 23 % de cromo, la aleación INCOLOY 600® que tiene entre el 19 y el 23 % de cromo, o la aleación IN 718 que tiene entre el 10 y el 25 % de cromo, o la aleación NIMONIC® Alloy 105 que tiene aproximadamente el 15 % de cromo, o la aleación Rene 220 que tiene entre el 10 y el 25 % de cromo. La capa protectora también puede ser de una aleación más rica en níquel ya que el níquel en mayores cantidades tiene una tendencia a evitar la dispersión de carbono.

El material particulado puede fabricarse de diversas maneras diferentes que son muy conocidas en la técnica. Los materiales particulados, por ejemplo, pueden haberse fabricado mediante atomización de un chorro líquido de una aleación fundida de la composición deseada en una cámara con una atmósfera inactiva, por lo que el material se temple y solidifica como partículas con la extremadamente delgada estructura dendrítica. El material particulado también puede denominarse un polvo.

Como alternativa, el material particulado puede fabricarse mediante atomización de un chorro líquido de una aleación fundida de la composición deseada en una cámara con una atmósfera inactiva, donde la pulverización de partículas atomizadas se dirige para alcanzar y depositarse sobre una parte sólida. La parte sólida puede enfriarse y, en este caso, las partículas constituyen una pieza preformada que está separada de la parte sólida. Como alternativa, las partículas pueden unirse a la parte sólida, y una parte central 12 puede usarse como tal, para que la pieza preformada se una directamente a la parte central.

Materiales adecuados para la parte central 12 comprenden aceros para herramientas. En la Tabla 1 se facilitan ejemplos de dichos materiales. El n.º ASTM es la designación de normas para la aleación. Otros materiales para la parte central son los aceros inoxidables presentados en la Tabla 1 con el n.º W, que es el número de norma alemán para la aleación. Los porcentajes indicados son porcentajes por peso. Los aceros para herramientas (ASTM) se prefieren debido a su elevada resistencia y en particular a su alta resistencia al desgaste. Para boquillas que vayan a utilizarse en sistemas de inyección de combustible para fuelóleo pesado la alta resistencia al desgaste proporciona una larga vida a la boquilla. Para boquillas que vayan a utilizarse en sistemas de combustible para combustible de gas la demanda de resistencia al desgaste puede ser menor que cuando el combustible es fuelóleo pesado.

Tabla 1

W.-N.º	C	Si	Mn	Cr	Ni	Otros	Resto
Aleación 1	0,25 %	1,4 %	1,3 %	20 %	9 %	3 % W	Fe
-	0,35 %	2,5 %	0,8 %	11,5 %	-	1 % Mo	Fe
1,4873	0,43 %	2,3 %	1,2 %	18 %	9 %	1 % W	Fe
1,4718	0,45 %	3,2 %	0,4 %	9 %	-	-	Fe
W.-N.º	C	Si	Mn	Cr	Ni	Otros	Resto
1,4871	0,52 %	-	9 %	20,8 %	3,9 %	0,45 % N	Fe
1,4747	0,81 %	2 %	-	19,5 %	1,4 %	-	Fe
Acero para herramientas ASTM	C	Si	Mn	Cr	Mo	Otros	Resto
H13	0,4 %	1,1 %	0,4 %	5,3 %	1,4 %	1,0 % V	Fe
H11	0,45 %	1,0 %	0,3 %	5,0 %	1,3 %	0,5 % V	Fe
H10	0,42 %	1,0 %	0,5 %	3,2 %	2,2 %	0,4 % V	Fe
O1	0,95 %	-	1,1 %	0,6 %	-	0,6 % W	Fe

Materiales adecuados para la capa protectora opcional comprenden aceros ejemplificados en la siguiente Tabla 2. El n.º W es el número de norma alemán para la aleación. Los porcentajes indicados son porcentajes por peso.

Tabla 2

W.-N.º	C	Si	Mn	Cr	Ni	Otros	Resto
1,4370	0,08 %	0,8 %	7 %	18 %	8 %	-	Fe
1,4316	0,03 %	0,5 %	1,5 %	20,5 %	10,5 %	Nb> 12 x C	Fe
1,4551	0,04 %	0,8 %	1,8 %	19,5 %	10 %	-	Fe
1,4430	0,025 %	0,8 %	1,8 %	18,5 %	12 %	2,6 % Mo	Fe
1,4332	0,03 %	0,5 %	1 %	24,5 %	13 %	-	Fe
-	0,08 %	0,8 %	1,8 %	23,5 %	13,5 %	-	Fe

5 Otro material adecuado para la capa protectora es la aleación UNS S31603 que comprende 0,5 – 1,0 % de Mn, 16,5 - 18 % de Cr, 11,5 - 14 % de Ni, 2,5 – 3,0 % de Mo, 0 – 0,1 % de N, 0 – 0,025 % de O, 0 – 0,03 % de C, y el resto de Fe. Cuando la capa protectora es de material de placa normalmente no hay ningún requisito en cuanto a los contenidos de nitrógeno y oxígeno. Sin embargo, cuando la capa protectora es de material particulado, se prefiere que el contenido de nitrógeno sea, como mucho, del 0,1 % y se prefiere que el contenido de oxígeno sea, como mucho, del 0,03 %.

10 Materiales adecuados para el revestimiento exterior se conocen bien en la técnica de las boquillas, y algunos ejemplos son Stellite 6, una aleación del tipo 50 % de Cr y 50 % de Ni, una aleación del tipo IN 657 que comprende 48-52 % de Cr, 1,4-1,7 % de Nb, como mucho 0,1 % de C, como mucho 0,16 % de Ti, como mucho 0,2 % de C+N, como mucho 0,5 % de Si, como mucho 1,0 % de Fe, como mucho 0,3 % de Mg, y un resto de Ni. Otro ejemplo es una aleación que tiene la composición 40 a 51 % de Cr, entre 0 y 0,1 % de C, menos del 1,0 % de Si, entre 0 y 5,0 % de Mn, menos de 1,0 % de Mo, entre 0,05 % y menos de 0,5 % de B, entre 0 u 1,0 % de Al, entre 0 u 1,5 % de Ti, entre 0 u 2 % de Zr, entre 0,5 u 3,0 % de Nb, un contenido total de Co y Fe de un máximo de 5,0 %, máximo de 0,2 % de O, máximo de 0,3 % de N, y el resto Ni. Otras aleaciones de revestimiento adecuadas para su uso como revestimiento exterior se proporcionan en el artículo "Review of operating experience with current valve materials", publicado en 1990 en el libro "Diesel engine combustion chamber materials for heavy fuel operation" del Instituto de Ingenieros Navales de Londres.

25 El forjado se prepara colocando la parte central 12 de la cabeza de válvula en el lugar del forjado y aplicando la capa protectora 29, en su caso, a la superficie de la parte central. El material particulado del revestimiento exterior 10 puede proporcionarse de varias maneras diferentes. En un ejemplo ilustrado en la Figura 4 el revestimiento exterior 10 se proporciona como material particulado guardado en una carcasa 15 en una parte central 12 mientras que la parte central con carcasa y el material particulado se disponen en una parte con troquel como preparación para el forjado. La disposición de la carcasa 15 y el material particulado sobre la parte central pueden efectuarse de varias maneras diferentes. La carcasa puede soldarse con cordones de soldadura 20 alrededor de la parte central y puede estar provista de un perno de tubo 17, que se utiliza para rellenar material particulado dentro de la carcasa y que después se usa para conectar equipos de vacío y después se retira o se cierra antes del forjado. Como alternativa, la carcasa 15 puede fijarse alrededor de la parte central 12 después de que el material particulado se haya depositado dentro de la carcasa. Esta fijación también puede ser mediante el uso de soldadura o, como otro ejemplo, mediante soldadura dura al vacío. Como otra alternativa la carcasa puede fijarse alrededor de la parte central y, posteriormente, el material particulado se llena en la carcasa, y finalmente se efectúa la soldadura dura.

35 Cuando se utiliza soldadura dura al vacío la carcasa 15 puede estar provista de un roscado en el interior, roscado que encaja con el roscado externo sobre una parte de base 18 de la parte central. La parte de base 18 tiene un diámetro mayor que una parte cilíndrica 19 de la parte central. La soldadura se proporciona sobre el roscado. Entonces el calentamiento y la fijación pueden producirse en un horno de vacío. En otro ejemplo el material particulado del revestimiento exterior 10 se proporciona como una pieza preformada que se coloca sobre la parte central 12.

45 En un ejemplo, antes del forjado, la parte central 12 con el material particulado del revestimiento exterior 10, y posiblemente la capa protectora 29 y la carcasa 15, se calientan a la temperatura de forjado que preferentemente varía en el rango desde una temperatura de 950 °C a 1100 °C. Las partes calentadas se introducen en una prensa de forjar que tiene una parte inferior con troquel 50 y una parte superior 51 y un mecanismo de accionamiento (no mostrado) que puede accionarse mecánicamente o hidráulicamente. El accionamiento de la prensa de forjar desplaza la una parte con troquel hacia la otra parte con troquel, y el material guardado dentro de la parte con troquel se deforma mecánicamente durante este desplazamiento.

55 La operación de forjado se lleva a cabo preferentemente en 2 minutos, y más preferentemente en un 1 minuto. Durante el forjado el material particulado del revestimiento exterior 10 se compacta, de modo que habitualmente el grosor del revestimiento exterior se reduce hasta entre el 30 y el 70 % del grosor inicial del material particulado. Si se utiliza una pieza preformada densa la densidad puede ser bastante elevada antes del forjado, y en este caso el grosor del revestimiento exterior puede reducirse hasta entre el 30 y el 95 % del grosor inicial del material

particulado. El material particulado se reduce de grosor de modo que la densidad resultante del revestimiento exterior es al menos del 98,0 %. Cuando se compacta hasta este punto utilizando el forjado, el material particulado ha obtenido una densidad adecuada. Obviamente, es más preferible compactar más el material particulado, tal como hasta una densidad de al menos el 99,0 % o, incluso mejor, hasta una densidad de al menos el 99,5 %, y es más preferible compactarlo hasta una densidad del 100 %.

Durante el forjado el material particulado se somete a deformación por cizallamiento que hace que las partículas cambien de posición y deforma el material. La deformación es una medida geométrica de deformación que representa el desplazamiento relativo entre partículas en el material. La deformación por cizallamiento hace que las partículas cambien de lugar y deforma las partículas cuando las partículas interactúan. La deformación por cizallamiento actúa en paralelo a la superficie afectada por el forjado. El forjado afecta a la superficie externa del revestimiento exterior, y la deformación por cizallamiento actúa en paralelo con esta superficie. Durante la compactación de la capa exterior, la deformación por cizallamiento desplaza las partículas en la dirección radial y hace que las partículas froten unas contra otras y obliga a las partículas a deformarse en formas no esféricas, tal como formas oblongas, formas ovaladas o formas irregulares. Cuando se finaliza el forjado la cabeza de válvula forjada se retira de los troqueles y se refrigera por aire o se refrigera de otra manera.

Se prefiere que la cantidad de deformación efectiva en el material del revestimiento exterior sea al menos 0,3. La deformación efectiva se calcula de la manera tradicional desvelada en libros de texto básicos, tal como en "Manufacturing engineering and technology" de Kalpakjian y Schmid, 5ª edición, Prentice Hall, año 2006, o en "Formelsamling i Hållfasthetslära" de Gert Hedner, publicación 104, Real Instituto de Tecnología de Suecia, Estocolmo, año 1978 en las páginas 222-223. Más preferentemente aún la deformación efectiva es al menos 0,4. Esto garantiza una unión muy efectiva y resistente entre las partículas del revestimiento exterior y el material de la parte central o la capa protectora.

A continuación se describe un primer método de fabricación de la boquilla para una válvula de combustible. La boquilla para una válvula de combustible tiene una parte central de acero aleado, y un revestimiento exterior que forma la superficie de la boquilla hacia una cámara de combustión. Se prepara un material de partida particulado para formar el revestimiento exterior. El material es de una aleación resistente a la corrosión en caliente. El material de partida particulado está encerrado dentro de una carcasa 15 cuyo interior tiene esencialmente la forma de la superficie externa del revestimiento exterior más tolerancias de mecanizado y de forjado. Dicho de otro modo, la carcasa 15 está preparada para ser retirada después de que la cabeza de válvula haya sido forjada. Mientras el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente se guarda en la carcasa en la parte central, el material particulado y la parte central se calientan hasta la temperatura de forjado.

Como se ilustra en la Figura 3a la parte central 12 con el material particulado 10 y la carcasa 15 se montan a la parte superior con troquel 50. La parte superior con troquel mueve entonces las partes hacia abajo hacia la parte inferior con troquel 51. La parte inferior con troquel 51 tiene una perforación con tres secciones, a saber, una sección inferior conformada como una perforación cilíndrica con un diámetro correspondiente al diámetro exterior de la carcasa 15, cuando se forja, una sección cilíndrica media que tiene un diámetro ligeramente mayor que el diámetro exterior de la carcasa 15 antes del forjado, y una sección de entrada superior. Una superficie anular 53 conecta la sección cilíndrica media con la sección inferior. La superficie anular 53 es cónica. El diámetro de la carcasa 15 se reduce cuando la carcasa 15 se presiona hacia abajo más allá de la superficie anular 53 cónica, ya que la superficie 53 cónica actúa sobre la carcasa 15 con fuerzas de forjado que provocan una compactación del material particulado a una densidad de al menos el 98,0 % y la deformación por cizallamiento en el material particulado en la zona de transición a la parte central 12 deforma las partículas en formas alargadas. En la Figura 3b la etapa de forjado se ha finalizado moviendo la parte superior con troquel 50 hacia abajo hasta que un saliente en una parte superior de la parte central se apoya en una superficie anular 54 cónica en la transición entre la sección de entrada superior y la sección cilíndrica media de la perforación en la parte inferior con troquel 51. Después de la finalización de la etapa de forjado la parte superior con troquel 50 se mueve hacia arriba y retrae el ejemplar forjado desde la parte inferior con troquel 51.

Un método de forjado alternativo se ilustra en las Figuras 11a y 11b. La parte superior con troquel 50 mueve la parte central con material particulado y la carcasa 15 hacia abajo al interior de una parte inferior con troquel 60 que tiene una cámara interna rellena de fluido a temperatura elevada, tal como vidrio fundido o sal fundida, y una superficie de guía 61 cónica anular en la superficie superior de la parte inferior con troquel. La superficie de guía 61 centra la carcasa con respecto a una perforación cilíndrica que se dirige hacia abajo al interior de la cámara interna. La superficie de guía 61 también actúa como apoyo para un saliente en una parte superior de la parte central y, de esta manera, como tope para el movimiento hacia abajo. Cuando la carcasa 15 se ha introducido totalmente en la cámara interna, entonces se aumenta la presión en la cámara, y la presión aumentada provoca el forjado de la carcasa 15 y el material particulado contenido en la misma. Durante el forjado el material particulado se somete a una deformación por cizallamiento que deforma las partículas en formas alargadas u ovaladas. Al mismo tiempo, el material particulado se compacta a una densidad de al menos el 98,0 % y se une a la parte central o a una capa protectora y la parte central.

Otro método de fabricación de la boquilla para una válvula de combustible es pulverizar en caliente el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente para constituir una pieza preformada. La pieza preformada puede conformarse directamente sobre la parte central durante el procedimiento de pulverización o puede conformarse por separado y colocarse sobre la parte central y calentarse hasta la temperatura de forjado.

Entonces la pieza preformada y la parte central y, opcionalmente, también la capa protectora, pueden forjarse en una parte de boquilla. Durante el forjado el material particulado se somete a deformación por cizallamiento que deforma las partículas en formas alargadas u ovaladas, dicho forjado compacta el material particulado a una densidad de al menos el 98,0 % y une el revestimiento exterior con la parte central o con una capa protectora y la parte central.

La pulverización en caliente de material particulado puede producirse proporcionando a una boquilla de un secador por pulverización una aleación fundida y pulverizando la aleación como partículas atomizadas sobre una parte central 12 donde las partículas se unen parcialmente, pero permanecen en una condición no densa. La parte central con la pieza preformada aplicada con pulverización en caliente se calienta hasta la temperatura de forjado, y se coloca en uno de los troqueles mencionados en la descripción anterior, y después se forja hasta una condición densa.

Se prefiere que el material particulado preparado para el revestimiento exterior se evacue antes del forjado, con el fin de reducir cantidad de oxígeno presente en las partículas. De esta manera se contrarresta la formación de películas de óxido sobre las partículas.

En el forjado el revestimiento exterior 10 se comprime a un grosor menor, tal como a aproximadamente a un grosor un 25 % menor en comparación con el grosor inicial. Al mismo tiempo la densidad del material en el revestimiento exterior aumenta desde aproximadamente el 65 % a cerca del 100 %. Se prefiere que la densidad resultante sea al menos el 98,0 %

La boquilla elaborada por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente tiene un revestimiento exterior 10 en la superficie dirigido hacia la cámara de combustión.

La microestructura resistente obtenida por el forjado provoca una unión resistente de los materiales en el área de transición. De acuerdo con la presente invención esta unión puede probarse. Con el fin de probar la resistencia al desgaste de los materiales en la carga de cizalla, se prepara una muestra de ensayo especial basada en una muestra extraída de una boquilla. La muestra de ensayo se conforma como se ilustra en las Figuras 8 y 9. La muestra de ensayo tiene un ancho $w = 9,0$ mm, una longitud $l = 40,0$ mm, una distancia $d = 25,4$ mm entre los centros de los orificios tiradores, un grosor $t = 3,5$ mm de la parte central, y un grosor T del revestimiento exterior. El grosor del revestimiento exterior se mide y se ajusta al grosor T . Entonces se corta una ranura g_1, g_2 a través de todo el material de cada lado en un ancho de al menos 2 mm y con tal separación mutua en la dirección de longitud que el solapamiento resultante con una unión de las capas sea menor que el grosor t medido del revestimiento exterior.

Se han llevado a cabo ocho ejemplos, y los resultados se presentan en la Tabla 3. Se observa claramente que la resistencia al cizallamiento obtenida está a un nivel elevado. El nivel es correspondiente a la resistencia al cizallamiento de un material sólido. Por tanto, la unión obtenida de acuerdo con la presente invención no provoca debilitamiento del material.

Tabla 3

Ancho (mm)	Grosor (mm)	Solapamiento (mm)	Área de solapamiento (mm ²)	Sección transversal del área (mm ²)	Esfuerzo de cizalla (N)	Resistencia al cizallamiento (N/mm ²)
8,91	1,30	1,39	12,38	11,58	6323,6	510,6
8,94	1,45	1,50	13,41	12,96	6088,6	454,0
8,91	1,46	1,52	13,54	13,01	6138,4	453,2
8,94	1,45	1,50	13,41	12,96	6424,8	479,1
8,90	1,62	1,77	15,75	14,42	7451,8	473,0
8,91	1,33	1,41	12,56	11,85	5527,3	440,0
8,91	1,20	1,24	11,05	10,69	5134,3	464,7
8,92	1,42	1,51	13,43	12,62	6314,4	469,8

5 En otra realización, el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en caliente se mezcla con partículas de material aislante, como el material cerámico Zirconia (ZrO₂). El material aislante puede tener una mayor concentración cerca de la superficie externa del revestimiento exterior y, preferentemente, no hay material aislante en la zona de transición entre el revestimiento exterior y la parte central. El material particulado del revestimiento exterior puede incluir entre el 5 y el 60 % por peso de material aislante, pero preferentemente la cantidad de material aislante no supera el 40 % por peso del revestimiento exterior.

10 Es posible combinar detalles de las realizaciones mencionadas anteriormente en otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones de la patente. Asimismo, es posible dentro del alcance de las reivindicaciones de la patente realizar variaciones en los detalles de las realizaciones mencionadas anteriormente.

15 Cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente puede someterse a un tratamiento térmico final, tal como templado o revenido. El tratamiento térmico puede tener, por ejemplo, una duración en el rango de entre 2 y 6 horas y producirse a una temperatura en el rango de entre 800 y 1050 °C. También son posibles otras temperaturas.

20 La boquilla para una válvula de combustible es una pieza del motor importante, y la información para la documentación de la identidad y posiblemente los datos de fabricación de la boquilla para una válvula de combustible específica pueden guardarse en una etiqueta incorporada en la boquilla para una válvula de combustible. La etiqueta es preferentemente del tipo RFID de escritura y lectura a distancia, que incluso contenga preferentemente datos de autenticación individuales que proporcionen trazabilidad. Puede proporcionarse un pinchapapeles con más de una etiqueta, si es conveniente. La etiqueta puede colocarse en un lugar dentro de la boquilla para una válvula de combustible, donde esté debidamente protegida del calor y otros parámetros perjudiciales para etiquetas.

REIVINDICACIONES

1. Una boquilla para una válvula de combustible para un motor de combustión interna, en particular un motor de
 5 cruceta de dos tiempos, boquilla para una válvula de combustible que comprende una cabeza de válvula con una
 parte central de un acero aleado, y un revestimiento exterior que forma la superficie de la boquilla hacia una cámara
 de combustión, revestimiento exterior que se ha formado a partir de material de partida particulado de una aleación
 resistente a la corrosión en caliente que tiene base de níquel, base de cromo o base de cobalto, donde dicho
 10 material de partida particulado se ha unido a una capa uniforme, caracterizada por que al menos en la zona de
 transición a la parte central las partículas en el material particulado del revestimiento exterior se han deformado en
 formas ovaladas o alargadas debido a la deformación por cizallamiento provocada por el forjado del revestimiento
 exterior y la parte central, y por que el revestimiento exterior forjado tiene una densidad de al menos el 98,0 %.
2. Una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que en al
 15 menos una capa protectora de una aleación se coloca entre la parte central y el revestimiento exterior, la aleación de
 la capa protectora es una tercera aleación que tiene una composición diferente al acero aleado de la parte central y
 diferente a la aleación resistente a la corrosión en caliente del revestimiento exterior.
3. Una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que la capa
 20 protectora se selecciona del grupo que comprende acero, acero austenítico, una aleación basada en níquel, y una
 aleación que, aparte de impurezas inevitables, es de Fe o Ni.
4. Una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
 caracterizada por que el acero aleado de la parte central es un acero para herramientas.
5. Una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4,
 25 caracterizada por que la capa protectora tiene un grosor de al menos 0,5 mm.
6. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible para un motor de combustión interna,
 boquilla para una válvula de combustible que comprende una parte central de un acero aleado y un revestimiento
 30 exterior que forma la superficie de la boquilla hacia una cámara de combustión, revestimiento exterior que está
 formado a partir de material de partida particulado de una aleación resistente a la corrosión en caliente que tiene
 base de níquel, base de cromo o base de cobalto, caracterizado por que, mientras el material particulado de la
 aleación resistente a la corrosión en caliente se guarda en una carcasa en la parte central se forja el material
 35 particulado, por lo que el material particulado se somete a deformación que deforma las partículas en formas
 alargadas u ovaladas, compactando dicho forjado el material particulado a una densidad de al menos el 98,0 % y
 uniendo el revestimiento exterior con la parte central o con una capa protectora y la parte central.
7. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con la reivindicación 6,
 40 caracterizado por que antes del forjado el material del revestimiento exterior se evacua a una presión de menos de 1
 x 10⁻⁴ bares, preferentemente menos de 1 x 10⁻⁷ bares.
8. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con la reivindicación 6 o 7,
 caracterizado por que una tercera aleación que tiene una composición diferente al acero aleado de la parte central y
 45 diferente a la aleación resistente a la corrosión en caliente del revestimiento exterior se aplica a la superficie de la
 parte central antes de que el material del revestimiento exterior se coloque en dicha superficie de la parte central.
9. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con cualquiera de las
 reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que el forjado se lleva a cabo en menos de 1 minuto, y después la parte
 50 central con el revestimiento exterior se enfría inmediatamente después del forjado.
10. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con cualquiera de las
 reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en
 caliente guardado en la carcasa se calienta hasta una temperatura de forjado antes del forjado.
11. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con cualquiera de las
 55 reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en
 caliente guardado en la carcasa se introduce en una cámara llena de fluido, en la que se lleva a cabo el forjado
 aumentando la presión en el fluido.
12. Un método de fabricación de una boquilla para una válvula de combustible de acuerdo con cualquiera de las
 60 reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el material particulado de la aleación resistente a la corrosión en
 caliente guardado en la carcasa se forja siendo presionado por medio de una herramienta que reduce el diámetro
 exterior de la carcasa.

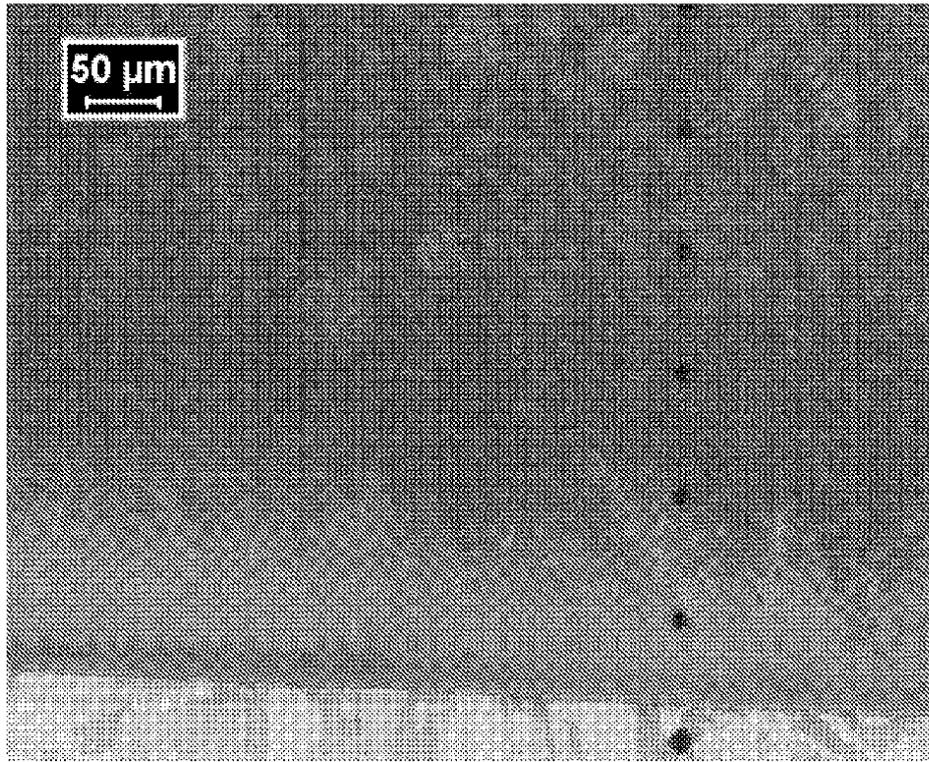


Fig. 1

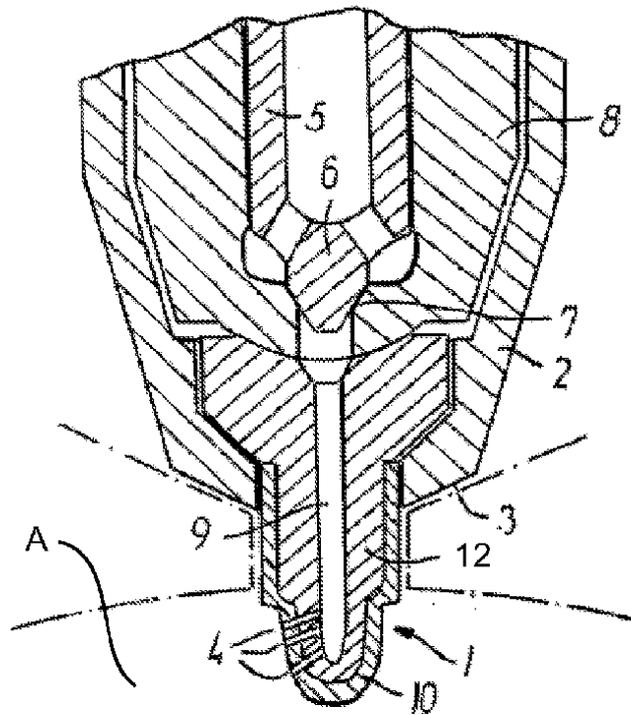


Fig. 2

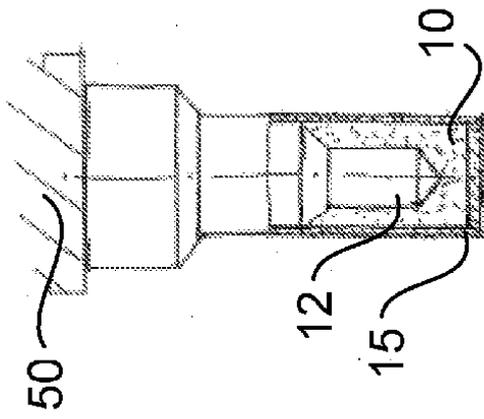
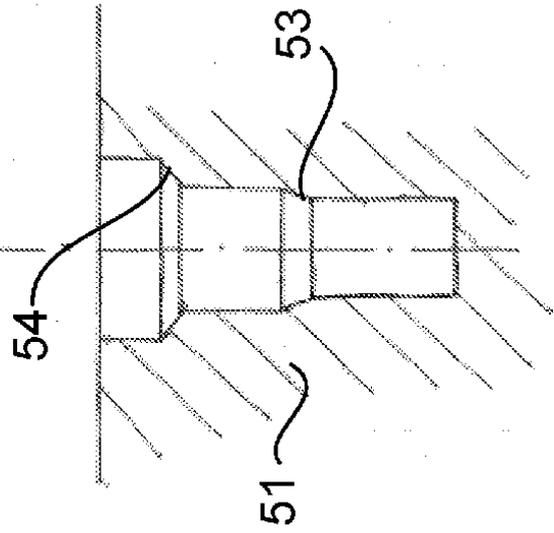
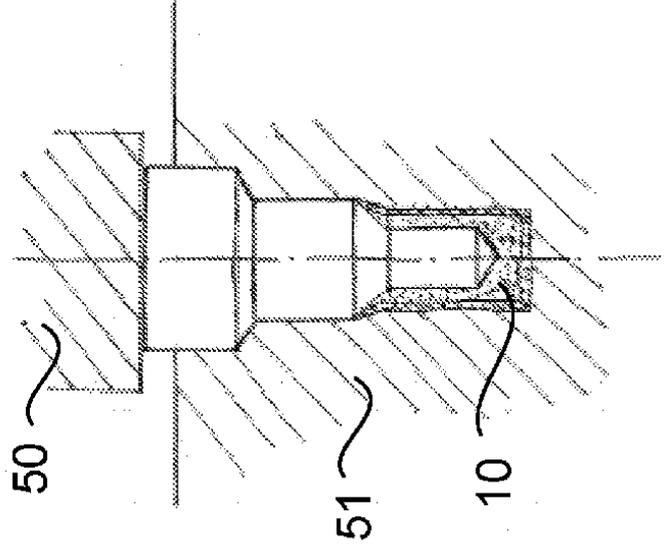


Fig. 3a

Fig. 3b



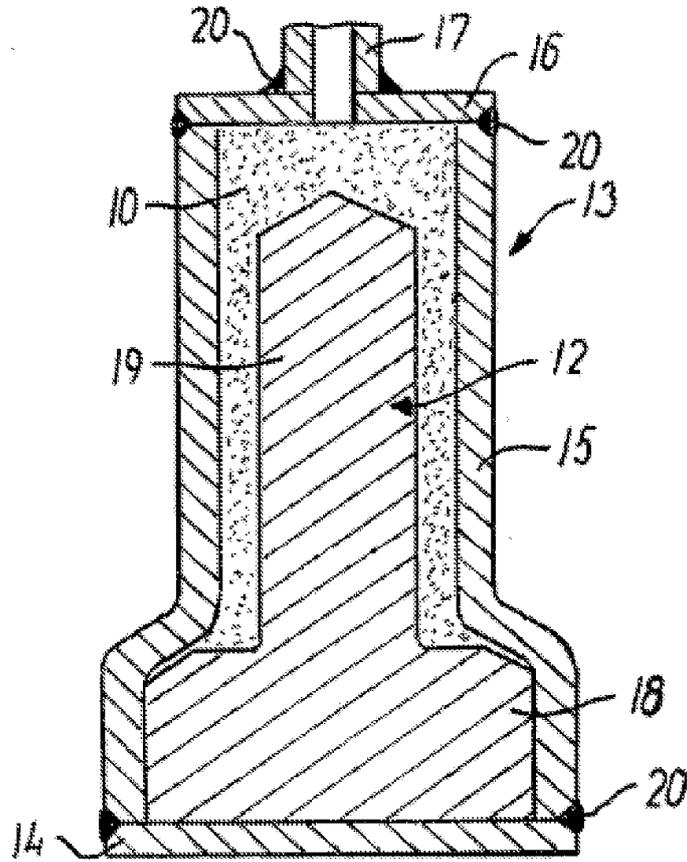


Fig. 4

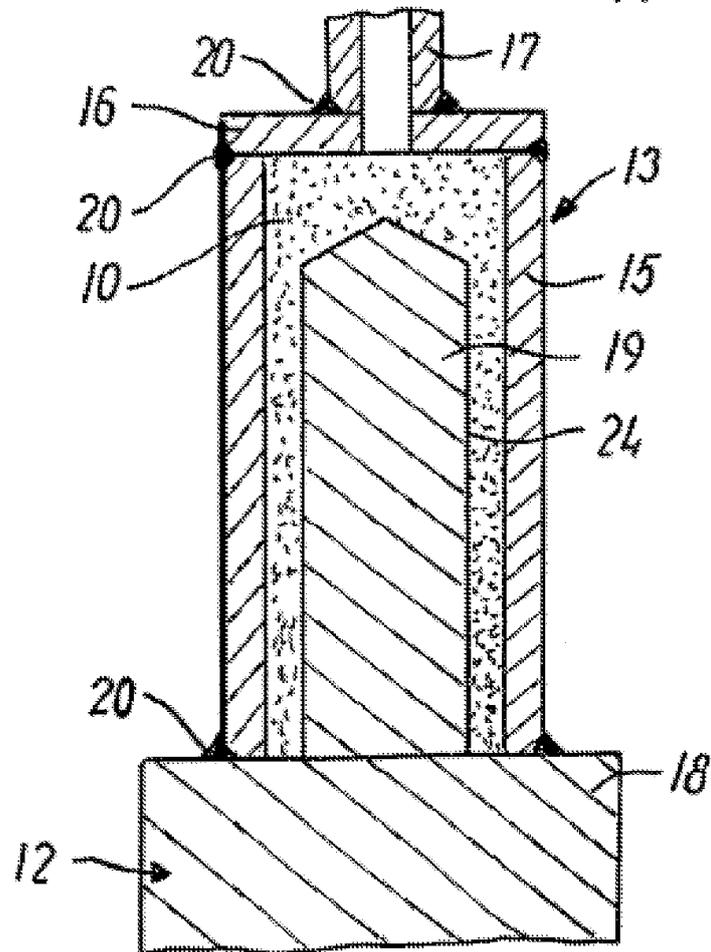


Fig. 5

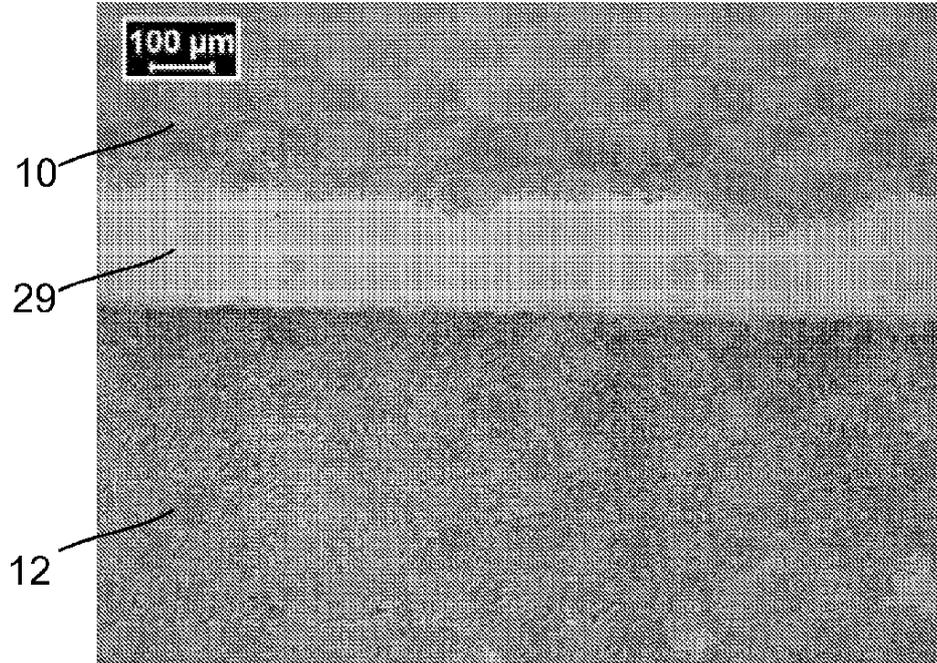


Fig. 6

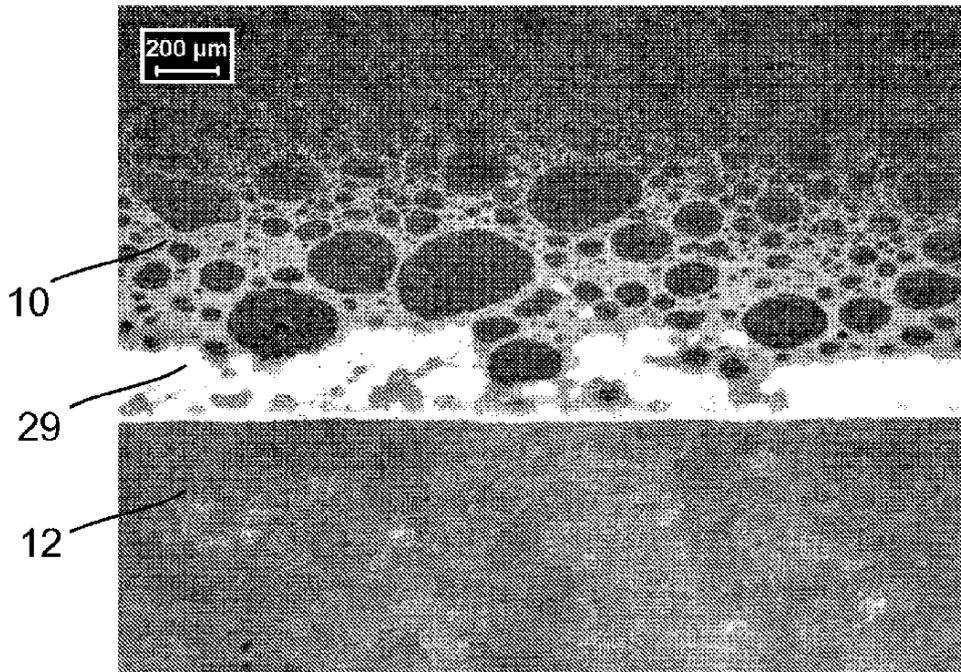


Fig. 7

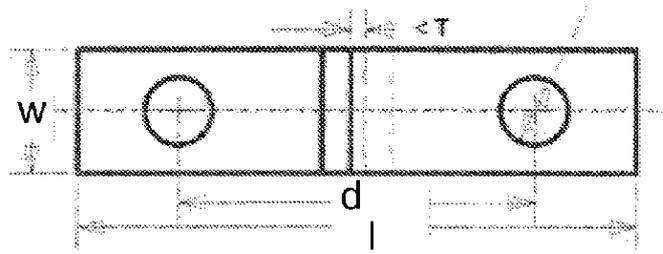


Fig. 8

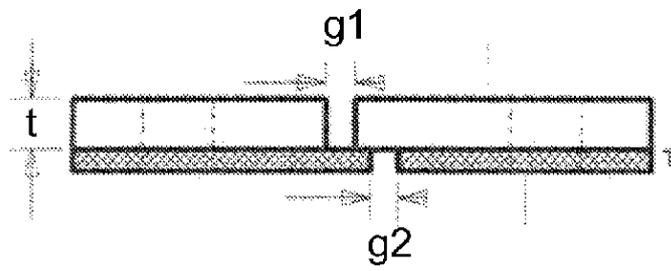


Fig. 9

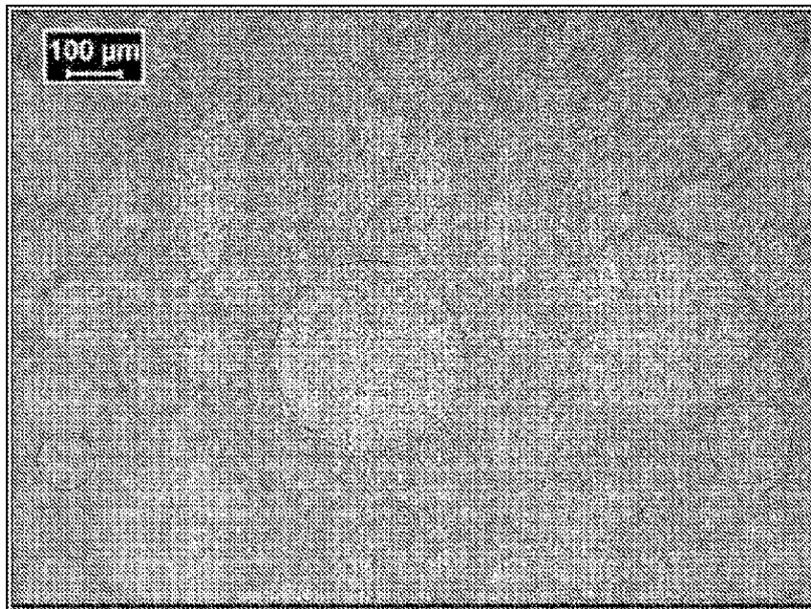


Fig. 10

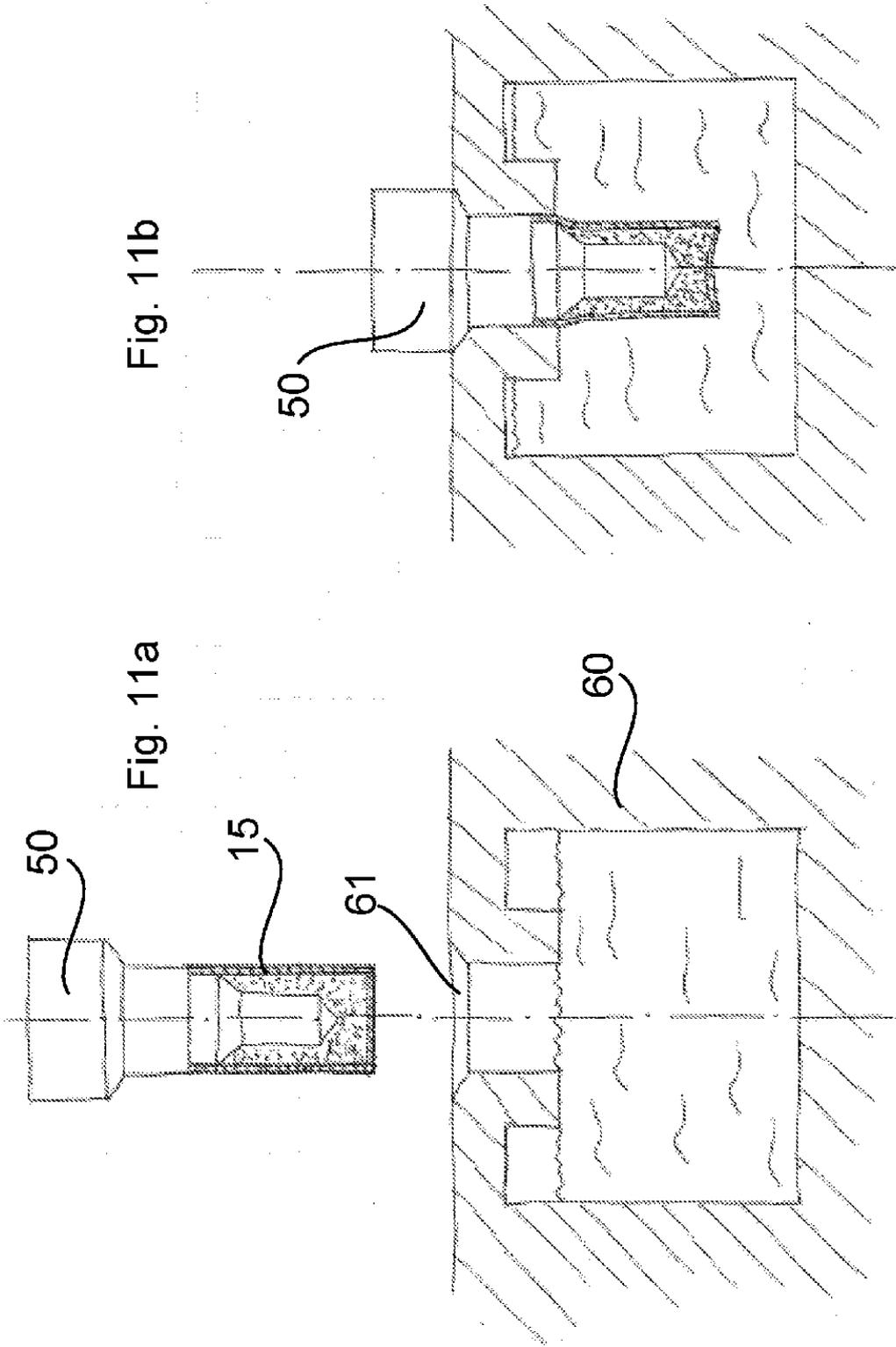


Fig. 11b

Fig. 11a