

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 761**

51 Int. Cl.:

H05H 1/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2013** **E 13004796 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2022** **EP 2804450**

54 Título: **Pieza aislante de varias partes para un soplete de arco de plasma, soplete y conjuntos asociados que utilizan la misma y procedimientos asociados**

30 Prioridad:

16.05.2013 DE 102013008353

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

30.09.2022

73 Titular/es:

**KJELLBERG-STIFTUNG (100.0%)
Geschwister-Scholl-Straße 1
03238 Finsterwalde, DE**

72 Inventor/es:

**HERRN LAURISCH, FRANK;
HERRN KRINK, VOLKER y
HERRN GRUNDKE, TIMO**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 923 761 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

Pieza aislante de varias partes para un soplete de arco de plasma, soplete y conjuntos asociados que utilizan la misma y procedimientos asociados

5 La presente invención se refiere a una pieza aislante de varias partes para un soplete de arco de plasma, en particular un soplete de corte por plasma, para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes eléctricamente conductores del soplete de plasma, conjuntos y sopletes de plasma con dicha pieza aislante, sopletes de plasma con dicho conjunto, así como procedimientos para procesar una pieza de trabajo con un plasma térmico, para el corte por plasma y para la soldadura por plasma.

10 Los sopletes de plasma se utilizan generalmente para el tratamiento térmico de materiales conductores de la electricidad, como el acero y los metales no ferrosos. Los sopletes de plasma se utilizan para soldar y los sopletes de corte por plasma para cortar materiales conductores de la electricidad, como el acero y los metales no ferrosos. Los sopletes de plasma suelen constar de un cuerpo de soplete, un electrodo, una boquilla y un portaboquilla. Los sopletes de plasma modernas tienen también una tapa de protección de la boquilla. A menudo, la boquilla se fija mediante una tapa de boquilla.

15 De acuerdo con el tipo de soplete de plasma, los componentes sometidos a desgaste debido al funcionamiento de el soplete de plasma como consecuencia del elevado esfuerzo térmico provocado por el arco son, en particular, el electrodo, la boquilla, la tapa de la boquilla, la tapa de protección de la boquilla, el soporte de la tapa de protección de la boquilla y las piezas de la guía de gas de plasma y de la guía de gas secundaria. Estos componentes pueden ser fácilmente reemplazados por un operador y, por lo tanto, pueden ser descritos como piezas de desgaste.

20 Los sopletes de plasma están conectados mediante líneas a una fuente de energía y a un suministro de gas que alimenta el soplete de plasma. Además, el soplete de plasma puede estar conectado a un dispositivo de refrigeración para un medio de refrigeración, como un líquido refrigerante.

25 Los sopletes de corte por plasma están sometidos a cargas térmicas especialmente elevadas. Esto se debe a la fuerte constricción del chorro de plasma por el orificio de la boquilla. En la presente memoria, en comparación con la soldadura por plasma, se utilizan orificios pequeños en relación con la corriente de corte, de modo que se producen altas densidades de corriente de 50 a 150 A/mm² en el orificio de la boquilla, altas densidades de energía de aproximadamente 2×10^6 W/cm² y altas temperaturas de hasta 30.000 K. Además, en el soplete de corte por plasma se utilizan presiones de gas más elevadas, normalmente de hasta 1,2 MPa. La combinación de alta temperatura y alta energía cinética del gas de plasma que fluye a través del orificio de la boquilla conduce a la fusión de la pieza y a la expulsión de la masa fundida. Se crea un corte y se separa la pieza. Los gases oxidantes también se utilizan a menudo en el corte por plasma para cortar aceros no aleados. Además, esto conlleva una elevada carga térmica en las piezas de desgaste y en el soplete de corte por plasma.

Los sopletes de corte por plasma se analizan en particular a continuación.

35 Un gas de plasma fluye entre el electrodo y la boquilla. El gas de plasma es guiado a través de una pieza de guía de gas, que también puede ser de varias piezas. Esto permite dirigir el gas de plasma de forma específica. A menudo se pone en rotación alrededor del electrodo mediante un desplazamiento radial y/o axial de las aberturas de la pieza de guía del gas de plasma. La pieza de la guía del gas de plasma está fabricada con material eléctricamente aislante, ya que el electrodo y la boquilla deben estar eléctricamente aislados entre sí. Esto es necesario porque el electrodo y la boquilla tienen diferentes potenciales eléctricos durante el funcionamiento del soplete de corte por plasma. Para hacer funcionar el soplete de corte por plasma, se genera un arco entre el electrodo y la boquilla y/o la pieza, que ioniza el gas de plasma. Para encender el arco, se puede aplicar una alta tensión entre el electrodo y la boquilla, lo que asegura la preionización de la distancia entre el electrodo y la boquilla y, por tanto, la formación de un arco. El arco que arde entre el electrodo y la boquilla también se llama arco piloto.

45 El arco piloto sale a través del orificio de la boquilla y choca con la pieza, ionizando la trayectoria hacia la pieza. Esto permite que se forme el arco entre el electrodo y la pieza. Este arco también se denomina arco principal. Durante el arco principal, el arco piloto puede desconectarse. Sin embargo, también puede seguir funcionando. Durante el corte por plasma, se suele desconectar para no someter a la boquilla a un esfuerzo adicional.

50 El electrodo y la boquilla, en particular, están sometidos a un gran estrés térmico y deben ser refrigerados. Al mismo tiempo, también deben conducir la corriente eléctrica necesaria para formar el arco. Por ello, se utilizan materiales que conducen bien el calor y la electricidad, generalmente metales, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, estaño, zinc, hierro o aleaciones que contienen al menos uno de estos metales.

El electrodo a menudo consiste en un portaelectrodo y un inserto de emisión hecho de un material que tiene una alta temperatura de fusión (>2000°C) y una función de trabajo de electrones más baja que el portaelectrodo. Los materiales utilizados para las aplicaciones de emisión son gases plasmáticos no oxidantes como el argón, el

hidrógeno, el nitrógeno, el helio y sus mezclas, el tungsteno, y gases oxidantes como el oxígeno, el aire y sus mezclas, las mezclas de nitrógeno-oxígeno y las mezclas con otros gases, el hafnio o el circonio.

El material de alta temperatura puede encajarse en un portaelectrodos hecho de un material que sea un buen conductor del calor y la electricidad, por ejemplo presionado con un ajuste de forma y/o un ajuste forzado.

- 5 El enfriamiento del electrodo y de la boquilla puede realizarse mediante gas, por ejemplo el gas de plasma o un gas secundario que fluya a lo largo del exterior de la boquilla. Sin embargo, la refrigeración con un líquido, por ejemplo agua, es más eficaz. En este caso, el electrodo y/o la boquilla suelen enfriarse directamente con el líquido, es decir, el líquido está en contacto directo con el electrodo y/o la boquilla. Para guiar el refrigerante alrededor de la boquilla, hay una tapa de boquilla alrededor de la boquilla, cuya superficie interior forma un espacio de refrigerante con la superficie exterior de la boquilla, en el que fluye el refrigerante.

10 En los modernos sopletes de corte por plasma, también hay una tapa de protección de la boquilla adicional fuera de la boquilla y/o de la tapa de la boquilla. La superficie interior de la tapa de protección de la boquilla y la superficie exterior de la boquilla o tapa de la boquilla forman un espacio por el que fluye un gas secundario o de protección. El gas secundario o de protección emerge del orificio de la tapa de protección de la boquilla y envuelve el chorro de plasma, proporcionando una atmósfera definida a su alrededor. Además, el gas secundario protege la boquilla y la tapa de protección de la boquilla de los arcos que pueden formarse entre ella y la pieza. Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla. Especialmente al perforar la pieza, la boquilla y la tapa de protección de la boquilla están sometidas a un gran esfuerzo debido a la pulverización ascendente en caliente del material. El gas secundario, cuyo flujo volumétrico puede aumentar durante la perforación en comparación con el valor durante el corte, mantiene el material de alta pulverización lejos de la boquilla y la tapa de protección de la boquilla y, por lo tanto, protege contra los daños.

La tapa de protección de la boquilla también está sometida a un alto estrés térmico y debe ser enfriada. Por ello, se utilizan materiales que conducen bien el calor y la electricidad, generalmente metales, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, estaño, zinc, hierro o aleaciones que contienen al menos uno de estos metales.

- 25 Sin embargo, el electrodo y la boquilla también pueden ser enfriados indirectamente. En este procedimiento, están en contacto por contacto con un componente hecho de un material que es un buen conductor del calor y la electricidad, generalmente un metal, por ejemplo cobre, plata, aluminio, estaño, zinc, hierro o aleaciones que contienen al menos uno de estos metales. A su vez, este componente se enfría directamente, es decir, está en contacto directo con el refrigerante que fluye en su mayoría. Estos componentes pueden servir simultáneamente de soporte o receptáculo para el electrodo, la boquilla, la tapa de la boquilla o la tapa de protección de la boquilla y disipar el calor y suministrar la corriente.

30 También es posible que sólo el electrodo o sólo la boquilla se enfríen con líquido. En este caso en particular, suelen producirse temperaturas excesivas en el componente refrigerado por gas, que se desgasta rápidamente o incluso se destruye. Esto también provoca grandes diferencias de temperatura entre los componentes del soplete de corte por plasma y, por tanto, tensiones mecánicas y esfuerzos adicionales.

35 La tapa de protección de la boquilla suele estar refrigerada únicamente por el gas secundario. También se conocen conjuntos en las que la tapa de protección de la boquilla se enfría directa o indirectamente mediante un líquido refrigerante.

- 40 El enfriamiento por gas (gas de plasma y/o enfriamiento por gas secundario) tiene la desventaja de que no es efectivo y el flujo de gas requerido es muy alto para lograr un enfriamiento o eliminación de calor aceptable. Los sopletes de corte por plasma con refrigeración por agua, por ejemplo, requieren caudales de gas de 500 l/h a 4000 l/h, mientras que los sopletes de corte por plasma sin refrigeración por agua requieren caudales de gas de 5000 a 11000 l/h. Estos intervalos resultan en función de las corrientes de corte utilizadas, que pueden estar en el intervalo de 20 a 600 A, por ejemplo. Al mismo tiempo, el flujo de volumen del gas de plasma y/o del gas secundario debe seleccionarse de manera que se obtengan los mejores resultados de corte. Sin embargo, los caudales demasiado elevados, necesarios para la refrigeración, suelen empeorar el resultado del corte.

Además, el alto consumo de gas causado por los flujos de gran volumen es antieconómico.

Esto es especialmente cierto cuando se utilizan gases distintos del aire, por ejemplo, argón, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno o helio.

- 50 Por otro lado, el uso de la refrigeración directa por agua para todas las piezas de desgaste es muy eficaz, pero conduce a un aumento de las dimensiones del soplete de corte por plasma, ya que, por ejemplo, los canales de refrigeración son necesarios para guiar el líquido de refrigeración hacia y desde la pieza de desgaste que se va a refrigerar. Además, hay que tener mucho cuidado al cambiar las piezas de desgaste refrigeradas directamente por

líquido, ya que, a ser posible, no debe quedar refrigerante en el soplete de corte por plasma entre las piezas de desgaste, ya que esto puede dañar el soplete de plasma al encenderse el arco.

La invención se basa pues en el objetivo de proporcionar una refrigeración más eficaz de los componentes, en particular de las piezas de desgaste, de un soplete de plasma.

- 5 El documento WO 94088748 A1 desvela un ejemplo de aislante de una sola pieza para un soplete de arco de plasma.

El documento US 6169370 B1 desvela un ejemplo de aislante de dos piezas para un soplete de plasma frío.

De acuerdo con un primer aspecto, este objetivo se logra mediante una pieza aislante de varias partes de acuerdo con la reivindicación 1.

- 10 En este contexto, el término “eléctricamente no conductor” también pretende incluir que el material de la pieza aislante de el soplete de plasma es ligera o insignificamente conductor de la electricidad. La pieza aislante puede ser, por ejemplo, una pieza de guía de gas de plasma, una pieza de guía de gas secundario o una pieza de guía de gas de refrigeración.

- 15 Además, de acuerdo con un segundo aspecto, este objetivo se logra mediante una pieza aislante de varias partes de acuerdo con la reivindicación 3.

De acuerdo con un tercer aspecto, este objetivo se logra mediante una pieza aislante de varias partes de acuerdo con la reivindicación 4.

De acuerdo con otro aspecto, este objetivo se logra mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22.

Las realizaciones de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

- 20 Otros ejemplos desvelados en la descripción son útiles para comprender la invención.

La invención se basa en la sorprendente constatación de que al utilizar un material que no sólo es eléctricamente no conductor, sino que también conduce bien el calor, es posible una refrigeración más eficaz y menos costosa, así como diseños más pequeños y sencillos de sopletes de plasma y se pueden conseguir menores diferencias de temperatura y, por tanto, menores tensiones mecánicas.

- 25 En al menos una o más realización(es) particular(es), la invención proporciona una refrigeración de los componentes, en particular de las piezas de desgaste, de una soplete de plasma que es más eficaz y/o menos costosa y/o da lugar a tensiones mecánicas más bajas y/o permite diseños de sopletes de plasma más pequeños y/o más sencillos a la vez que proporciona aislamiento eléctrico entre los componentes de una soplete de plasma.

- 30 Otras características y ventajas de la invención se desprenden de las reivindicaciones adjuntas y de la siguiente descripción, en la que se describen varios ejemplos de realizaciones con referencia a los dibujos esquemáticos. De ese modo, muestran:

La figura 1 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una primera realización particular de la invención;

- 35 La figura 2 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una segunda realización particular de la invención;

La figura 3 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una tercera realización particular de la invención;

La figura 4 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una cuarta realización particular de la invención;

- 40 La figura 5 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una quinta realización particular de la invención;

La figura 6 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una sexta realización particular de la invención;

- 45 La figura 7 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una séptima realización particular de la invención;

La figura 8 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una octava realización particular de la invención;

La figura 9 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un soplete de plasma de acuerdo con una novena realización particular de la invención;

5 Las figuras 10a y 10b una vista en sección longitudinal así como una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la invención;

Las figuras 11a y 11b son una vista en sección longitudinal así como una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza aislante de acuerdo con otra realización particular de la invención;

10 Las figuras 12a y 12b son una vista en sección longitudinal así como una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza aislante de acuerdo con otra realización particular de la invención;

Las figuras 13a y 13b son una vista en sección longitudinal así como una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza aislante de acuerdo con otra realización particular de la invención;

Las figuras 14a y 14b son una vista en sección longitudinal así como una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza aislante de acuerdo con otra realización particular de la invención;

15 Las figuras 14c y 14d son vistas como las figuras 14a y 14b, en las que se omite una parte;

Las figuras 15a y 15b son una vista desde arriba, parcialmente en sección, y una vista lateral, parcialmente en sección, respectivamente, de una pieza aislante que es o puede ser utilizada en el soplete de plasma de las figuras 6 a 9, por ejemplo;

20 Las figuras 16a y 16b son una vista desde arriba, parcialmente en sección, y una vista lateral, parcialmente en sección, respectivamente, de una pieza aislante que es o puede ser utilizada en el soplete de plasma de las figuras 6 a 9, por ejemplo;

Las figuras 17a y 17b son una vista desde arriba, parcialmente en sección, y una vista lateral, parcialmente en sección, respectivamente, de una pieza aislante que es o puede ser utilizada en el soplete de plasma de las figuras 6 a 9, por ejemplo;

25 Las figuras 18a a 18d muestran una vista desde arriba, parcialmente en sección, así como vistas laterales en sección de una pieza aislante de acuerdo con otra realización particular de la presente invención;

Las figuras 19a a 19d muestran vistas en sección de un conjunto que comprende una boquilla y una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la invención;

30 Las figuras 20a a 20d muestran vistas en sección de un conjunto que comprende una tapa de boquilla y una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la presente invención;

Las figuras 21a a 21d muestran vistas en sección de un conjunto que comprende una tapa de protección de boquilla y una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la presente invención;

Las figuras 22a y 22b son vistas parciales en sección de un conjunto que comprende un electrodo y una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la presente invención; y

35 La figura 23 es una vista lateral parcial en sección longitudinal de un conjunto de un electrodo y una pieza aislante de acuerdo con una realización particular de la presente invención.

40 La figura 1 muestra un soplete de corte por plasma refrigerado por líquido 1 de acuerdo con una realización particular de la presente invención. Comprende un electrodo 2, una pieza aislante formada como pieza de guía de gas de plasma 3 para guiar el gas de plasma PG y una boquilla 4. El electrodo 2 se compone de un portaelectrodos 2.1 y un inserto de emisión 2.2. El portaelectrodos 2.2 está formado por un material que es buen conductor de la electricidad y el calor, en este caso un metal, por ejemplo cobre, plata, aluminio o una aleación que contenga al menos uno de estos metales. El inserto de emisión 2.2 está hecho de un material que tiene una alta temperatura de fusión (> 2000°C). Cuando se utilizan gases plasmáticos no oxidantes (por ejemplo, argón, hidrógeno, nitrógeno, helio y sus mezclas), el tungsteno es adecuado, y cuando se utilizan gases oxidantes (por ejemplo, oxígeno, aire, sus mezclas, mezcla de nitrógeno y oxígeno), el hafnio o el circonio son adecuados. El inserto de emisión 2.2 se introduce en el portaelectrodos 2.1. El electrodo 2 se muestra en la presente memoria como un electrodo plano en el que el inserto de emisión 2.2 no sobresale de la superficie del extremo delantero del portaelectrodos 2.1.

45 El electrodo 2 sobresale en el espacio interior 4.2 de la boquilla 4. La boquilla se enrosca con una rosca 4.20 en un portaboquilla 6 con rosca interior 6.20. La pieza de guía de gas de plasma 3 está dispuesta entre la boquilla 4 y el

electrodo 2. En la pieza de guía de gas de plasma 3 hay orificios, aberturas, ranuras y/o rebajes (no mostrados) a través de los cuales fluye el gas de plasma PG. El gas de plasma PG se puede hacer girar mediante una disposición adecuada, por ejemplo con un desplazamiento radial y/o una inclinación con respecto a la línea central M de orificios dispuestos radialmente. Esta sirve para estabilizar el arco o el haz de plasma.

5 El arco arde entre el inserto de emisión 2.2 y una pieza de trabajo (no mostrada) y está constreñido por un orificio 4.1 de la boquilla. El arco en sí mismo ya tiene una alta temperatura, que se ve incrementada por su constricción. Se especifican temperaturas de hasta 30000 K. Por lo tanto, el electrodo 2 y la boquilla 4 se enfrían con un medio de refrigeración. El medio de refrigeración puede ser un líquido, en el caso más sencillo agua, un gas, en el caso más sencillo aire, o una mezcla de los mismos, en el caso más sencillo una mezcla de aire y agua conocida como aerosol. La refrigeración líquida se considera la más eficaz. En un espacio interior 2.10 del electrodo 2 se encuentra un tubo de refrigeración 10, a través del cual el refrigerante es devuelto desde el suministro de refrigerante WV2 a través del espacio de refrigeración 10.10 hacia el electrodo 2 en la proximidad del inserto de emisión 2.2 y a través del espacio formado por la superficie exterior del tubo de refrigeración 10 en la superficie interior del electrodo 2 hasta el retorno de refrigerante WR2.

15 En este ejemplo, la boquilla 4 se enfría indirectamente a través del portaboquilla 6, al que se conduce el refrigerante a través de una cámara de refrigerante 6.10 (WV1) y se aleja de nuevo a través de una cámara de refrigerante 6.11 (WR1). El refrigerante suele fluir con un caudal de 1 a 10 l/min. La boquilla 4 y el portaboquillas 6 están hechos de un metal. Debido al contacto mecánico formado por medio de la rosca externa 4.20 de la boquilla 4 y la rosca interna 6.20 del portaboquilla 6, el calor generado en la boquilla 4 es conducido al portaboquilla 6 y disipado por el medio de refrigeración que fluye (WV1, WR1).

20 En este ejemplo, la pieza aislante formada como la parte guía de gas de plasma 3 está formada en una sola pieza y consiste en un material eléctricamente no conductor que es un buen conductor del calor. Al utilizar dicha pieza aislante, se consigue el aislamiento eléctrico entre el electrodo 2 y la boquilla 4. Esto es necesario para el funcionamiento del soplete de corte por plasma 1, a saber, el encendido de alta tensión y el funcionamiento de un arco piloto que arde entre el electrodo 2 y la boquilla 4. Al mismo tiempo, el calor es conducido entre el electrodo 2 y la boquilla 4 desde el componente más caliente al más frío a través de la pieza aislante, que es un buen conductor del calor y está diseñada como una pieza de guía del gas de plasma 3. Por lo tanto, hay un intercambio de calor adicional a través de la pieza aislante. La pieza de guía de gas de plasma 3 está en contacto con el electrodo 2 y la boquilla 4 mediante superficies de contacto.

25 En este ejemplo de realización, una superficie de contacto 2.3 es ejemplarmente una superficie exterior cilíndrica del electrodo 2 y una superficie de contacto 3.5 es una superficie interior cilíndrica de la pieza de guía de gas de plasma 3. Una superficie de contacto 3.6 es una superficie exterior cilíndrica de la pieza de guía de gas de plasma 3 y una superficie de contacto 4.3 es una superficie interior cilíndrica de la boquilla 4. Preferentemente, se utiliza en la presente memoria un ajuste de holgura con poca holgura, por ejemplo H7/h6 de acuerdo con DIN EN ISO 286, entre las superficies cilíndricas interior y exterior para realizar, por un lado, el acoplamiento y, por otro, un buen contacto y, por tanto, una baja resistencia térmica y, por tanto, una buena transferencia de calor. La transferencia de calor puede mejorarse aplicando pasta térmica a estas superficies de contacto. (Comentario: Incluso si se utiliza una pasta térmica, esto también debería entrar en el término "contacto directo") Entonces se puede utilizar un ajuste con una holgura mayor, por ejemplo H7/g6. Además, la boquilla 4 y la pieza de guía de gas de plasma 3 tienen cada una en la presente memoria una superficie de contacto 4,5 y 3,7, que en la presente memoria son superficies anulares circulares y están en contacto entre sí mediante tacto. Se trata de una conexión no positiva entre las superficies anulares circulares, que se realiza atornillando la boquilla 4 en el portaboquilla 6.

Debido a la buena conductividad térmica, se pueden evitar las altas diferencias de temperatura entre la boquilla 4 y el electrodo 2 y se pueden reducir las tensiones mecánicas en el soplete de corte por plasma 1 causadas por ello.

45 Como ejemplo, se utiliza en la presente memoria un material cerámico como material eléctricamente no conductor y conductor del calor. Particularmente adecuado es el nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica de acuerdo con la norma DIN 60672 (aproximadamente 180 W/(m*K) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente 10¹² Ω*cm).

50 La figura 2 muestra un soplete de corte por plasma 1 cilíndrico en el que el electrodo 2 se enfría directamente con refrigerante. La refrigeración indirecta de la boquilla 4 a través del portaboquilla 6 que se muestra en la figura 2 no está presente. El enfriamiento de la boquilla 4 tiene lugar por conducción de calor a través de una pieza aislante diseñada como pieza de guía de gas de plasma 3 hacia el electrodo 2 enfriado directamente con refrigerante. Mediante el uso de dicha pieza aislante, se consigue el aislamiento eléctrico entre el electrodo 2 y la boquilla 4. Esto es necesario para el funcionamiento del soplete de corte por plasma 1, a saber, el encendido de alta tensión y el funcionamiento del arco piloto que arde entre el electrodo 2 y la boquilla 4. Al mismo tiempo, el calor es conducido entre el electrodo 2 y la boquilla 4 desde el componente más caliente al más frío a través de la pieza aislante, que es un buen conductor del calor y está diseñada como una pieza de guía del gas de plasma 3. Por lo tanto, hay un

intercambio de calor adicional a través de la pieza de guía de gas de plasma 3 entre el electrodo 2 y la boquilla 4. La pieza de guía de gas de plasma 3 está en contacto con el electrodo y la boquilla 4 mediante superficies de contacto.

En esta realización, una superficie de contacto 2.3 es ejemplarmente una superficie exterior cilíndrica del electrodo 2 y una superficie de contacto 3.5 es una superficie interior cilíndrica de la pieza de guía de gas de plasma 3. Una superficie de contacto 3.6 es una superficie exterior cilíndrica de la pieza de guía de gas de plasma 3 y una superficie de contacto 4.3 es una superficie interior cilíndrica de la boquilla 4. Preferentemente, se utiliza en la presente memoria un ajuste de holgura con poco juego, por ejemplo H7/h6 de acuerdo con DIN EN ISO 286, entre las superficies cilíndricas interior y exterior para realizar, por un lado, el acoplamiento y, por otro, un buen contacto y, por tanto, una baja resistencia térmica y, por tanto, una buena transferencia de calor. La transferencia de calor puede mejorarse aplicando pasta térmica a estas superficies de contacto. Entonces se puede utilizar un ajuste con una holgura mayor, por ejemplo H7/g6. Además, la boquilla 4 y la pieza de guía de gas de plasma 3 tienen cada una cada una en la presente memoria una superficie de contacto 4,5 y 3,7, respectivamente, que en la presente memoria son superficies anulares circulares y están en contacto entre sí mediante tacto. Se trata de una conexión no positiva entre las superficies anulares circulares, que se realiza enroscando la boquilla 4 en el portaboquilla 6.

La omisión de la refrigeración indirecta para la boquilla 4 conduce a una considerable simplificación de la estructura del soplete de corte por plasma 1, ya que se omiten los espacios de refrigeración del portaboquilla 6, que de otro modo son necesarios para conducir el refrigerante hacia y desde. El electrodo se enfría como se muestra en la figura 1.

La figura 3 muestra un soplete de corte por plasma 1 en el que una boquilla 4 se enfría indirectamente a través de un portaboquilla 6, al que se alimenta el refrigerante a través de una cámara de refrigerante 6.10 (WV1) y se aleja de nuevo a través de una cámara de refrigerante 6.11 (WR1). No se proporciona la refrigeración directa del electrodo 2 que se muestra en las figuras 1 y 2. La conducción del calor desde el electrodo 2 hasta la boquilla 4 se realiza a través de una pieza aislante diseñada como pieza de guía del gas de plasma 3 hasta la boquilla 4 refrigerada por el refrigerante indirecto. A este respecto, se aplican las explicaciones de las figuras 1 y 2.

Esto conduce a una considerable simplificación de la estructura del soplete de plasma 1 y del electrodo 2, ya que se omiten el tubo de refrigeración 10 y las cámaras de refrigerante 2.10 y 10.10 mostradas en las figuras 1 y 2, que de otro modo serían necesarias para conducir el líquido refrigerante hacia (WV2) y alejarlo de (WR2).

El soplete de corte por plasma 1 mostrado en la figura 4 difiere del soplete de corte por plasma mostrado en la figura 1 en que la boquilla 4 se enfría directamente con un refrigerante. Para ello, la boquilla 4 se fija mediante una tapa de boquilla 5. Una rosca interna 5.20 de la tapa de la boquilla 5 se enrosca en una rosca externa 6.21 de un portaboquilla 6. La superficie exterior de la boquilla 4 y parte del portaboquilla 6, así como la superficie interior de la tapa de la boquilla 5, forman un espacio de refrigerante 4.10 a través del cual el refrigerante que fluye por los espacios de refrigerante 6.10 y 6.11 del portaboquilla 6 fluye hacia (WV1) y desde (WR1).

Entre la boquilla 4 y un electrodo 2 se dispone una pieza aislante formada como pieza de guía de gas de plasma 3. Con ello se consiguen las mismas ventajas que se explican en relación con la figura 1. El calor se transfiere entre el electrodo 2 y la boquilla 4 desde el componente más caliente al más frío a través de la pieza aislante, que es un buen conductor del calor y está diseñada como una pieza de guía del gas de plasma 3. La pieza de guía de gas de plasma 3 está en contacto con el electrodo 2 y la boquilla 4 por contacto. De esta manera, se pueden reducir las tensiones mecánicas en el soplete de corte por plasma 1 causadas por las altas diferencias de temperatura.

Una ventaja sobre el soplete de corte por plasma mostrado en la Fig. 1 es que la boquilla 4 refrigerada directamente se enfría mejor que la refrigerada indirectamente. Dado que en esta disposición el refrigerante fluye hacia las proximidades de la punta de la boquilla y del orificio de la misma 4,1, donde se produce el mayor calentamiento de la boquilla, el efecto de refrigeración es especialmente grande. El espacio del refrigerante está sellado por medio de anillos redondos entre la tapa de la boquilla 5 y la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y el portaboquilla 6, así como la boquilla 4 y el portaboquilla 6.

La tapa de la boquilla 5 también se enfría por el refrigerante que fluye a través del espacio de refrigerante 4.10 formado por la superficie exterior de la boquilla 4 y la superficie interior de la tapa de la boquilla 5. La tapa de la boquilla 5 se calienta principalmente por la radiación del arco o chorro de plasma y la pieza calentada.

Sin embargo, el diseño del soplete de corte por plasma 1 es más complicado, ya que también se requiere una tapa de boquilla 5. El refrigerante utilizado es preferentemente un líquido, en el caso más sencillo agua.

La figura 5 muestra un soplete de corte por plasma 1 que es similar al soplete de corte por plasma de la figura 1, pero en el que una tapa de protección de la boquilla 8 está dispuesta adicionalmente fuera de la boquilla 4. Los orificios 4.1 de la boquilla 4 y 8.1 de la tapa de la boquilla 8 se sitúan en una línea central M. Las superficies interiores de la tapa de la boquilla 8 y un soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 forman espacios internos 8.10 y 9.10 con las superficies exteriores de la boquilla 4 y el portaboquilla 6, por los que fluye un gas secundario

5 SG. Este gas secundario emerge del orificio de la tapa de protección de la boquilla 8.1 y envuelve el chorro de plasma (no mostrado) y proporciona una atmósfera definida alrededor del mismo. Además, el gas secundario SG protege la boquilla 4 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos eléctricos que pueden formarse entre ellos y la pieza. Estos se llaman arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla 4. Especialmente cuando se perfora la pieza, la boquilla 4 y la tapa de protección de la boquilla 8 están fuertemente cargadas por el material fundido de alta pulverización. El gas secundario SG, cuyo flujo volumétrico puede aumentar durante la perforación en comparación con el valor durante el corte, mantiene el material de alta pulverización lejos de la boquilla 4 y de la tapa de protección de la boquilla 8 y, por lo tanto, protege contra los daños.

10 Para la refrigeración del electrodo 2 y de la boquilla 4, se aplican las afirmaciones hechas para el soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con la figura 1. En principio, con un soplete de corte por plasma 1 con gas secundario también es posible la refrigeración directa sólo del electrodo 2 -como se muestra en la figura 2- y la refrigeración indirecta sólo de la boquilla 4 -como se muestra en la figura 3-. Las declaraciones hechas para esto también se aplican.

15 En el soplete de corte por plasma 1 mostrado en la figura 5, la tapa de protección de la boquilla 8 debe ser enfriada además del electrodo 2 y la boquilla 4. La tapa de protección de la boquilla 8 se calienta, en particular, por la radiación del arco o del chorro de plasma y la pieza calentada. Especialmente al perforar la pieza, la tapa de protección de la boquilla 8 se ve sometida a un gran esfuerzo térmico y a un gran calentamiento debido a la alta pulverización de material incandescente y debe ser enfriada. Por lo tanto, se utilizan para ello materiales con buena conductividad térmica y eléctrica, generalmente metales como la plata, el cobre, el aluminio, el estaño, el zinc, el hierro, el acero aleado o una aleación metálica (por ejemplo, el latón) en la que estos metales están contenidos individualmente o en total al menos al 50 %.

20 El gas secundario SG fluye primero a través del soplete de corte por plasma 1 antes de pasar por un primer espacio interior 9.10 formado por las superficies interiores del soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 y la tapa de la boquilla 8, así como las superficies exteriores del portaboquilla 6 y la boquilla 4. El primer espacio interior 9.10 también está delimitado por una pieza aislante diseñada como pieza de guía de gas secundario 7, que se encuentra entre la boquilla 4 y la tapa de protección de la boquilla 8. La pieza de guía de gas secundario 7 puede estar compuesta por varias partes.

25 Los orificios 7.1 están situados en la pieza de guía de gas secundario 7. Sin embargo, también puede haber aberturas, ranuras o rebajes por los que fluye el gas secundario SG. Disponiendo los orificios 7.1 de forma adecuada, por ejemplo con un desplazamiento radial y/o dispuestos radialmente con una inclinación respecto a la línea central M, el gas secundario puede ponerse en rotación. Esto sirve para estabilizar el arco o el chorro de plasma.

30 Después de pasar por la pieza de guía de gas secundario 7, el gas secundario fluye hacia un espacio interior 8.10 formado por la superficie interior de la tapa de protección de la boquilla 8 y la superficie exterior de la boquilla 4, y luego sale del orificio 8.1 de la tapa de protección de la boquilla 8. Cuando el arco o chorro de plasma está ardiendo, el gas secundario lo golpea y puede influir en él.

35 La tapa de protección de la boquilla 8 suele estar refrigerada únicamente por el gas secundario SG. La refrigeración por gas tiene el inconveniente de que no es eficaz y el caudal de gas necesario es muy elevado para conseguir una refrigeración o disipación de calor aceptable. A menudo se requieren caudales de gas de 5.000 a 11.000 l/h. Al mismo tiempo, el caudal del gas secundario debe seleccionarse de forma que se consigan los mejores resultados de corte. Sin embargo, los caudales demasiado elevados, necesarios para la refrigeración, suelen empeorar el resultado del corte.

40 Además, el alto consumo de gas causado por los flujos de gran volumen es antieconómico. Esto es especialmente cierto cuando se utilizan gases distintos del aire, por ejemplo, argón, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno o helio.

45 Estas desventajas se eliminan al utilizar la pieza aislante formada como la pieza de guía de gas secundario 7. Mediante el uso de dicha pieza aislante, se consigue el aislamiento eléctrico entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4. El aislamiento eléctrico, en combinación con el gas secundario SG, protege la boquilla 4 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos eléctricos que pueden formarse entre ellos y la pieza. Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla 4 o en la tapa de protección de la boquilla 8.

50 Al mismo tiempo, el calor se transfiere entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4 desde el componente más caliente al más frío, en este caso desde la tapa de protección de la boquilla 8 a la boquilla 4, a través de la pieza aislante que conduce bien el calor y que está diseñada como una pieza de guía de gas secundario 7. La pieza de guía de gas secundario 7 está en contacto con la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4 por contacto. En este ejemplo de realización, esto se hace a través de las superficies anulares 8.2 de la tapa de protección de la boquilla 8 y 7.4 de la pieza de guía de gas secundario 7, así como de las superficies anulares 7.5 de la pieza de guía de gas secundario 7 y 4.4 de la boquilla 4. Se trata de conexiones no positivas, en las que la tapa

55

de protección de la boquilla 8 se enrosca en un receptáculo 11 con la ayuda del soporte de la tapa de protección de la boquilla 9, que tiene una rosca interna 9.20 en una rosca externa 11.20. Así, ésta es presionada hacia arriba contra la pieza de guía de gas secundario 7 y ésta contra la boquilla 4.

5 De esta manera, el calor es conducido desde la tapa de protección de la boquilla 8 hacia la boquilla 4 y así se enfría. La boquilla 4, a su vez, se enfría indirectamente, como se explica en la descripción de la figura 1.

La Fig. 6 muestra la estructura de un soplete de corte por plasma 1 como en la Fig. 4, pero en la que una tapa de protección de la boquilla 8 está dispuesta adicionalmente fuera de la tapa de la boquilla 5.

10 Los orificios 4.1 de la boquilla 4 y 8.1 de la tapa de protección de la boquilla 8 se sitúan en una línea central M. Las superficies interiores de la tapa de protección de la boquilla 8 y del soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 forman, con las superficies exteriores de la tapa de la boquilla 5 y de la boquilla 4, espacios 8.10 y 9.10, respectivamente, por los que puede fluir un gas secundario SG. El gas secundario emerge del orificio 8.1 de la tapa de protección de la boquilla 8, envuelve el chorro de plasma (no mostrado) y proporciona una atmósfera definida alrededor del mismo. Además, el gas secundario SG protege la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos que pueden formarse entre ellos y una pieza de trabajo (no mostrada). Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla 4, en la tapa de la boquilla 5 y en la tapa de protección de la boquilla 8. Especialmente al perforar una pieza de trabajo, la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8 se ven sometidas a un gran esfuerzo por el material de pulverización caliente. El gas secundario SG, cuyo flujo volumétrico puede aumentar durante la perforación en comparación con el valor durante el corte, mantiene el material de alta pulverización lejos de la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8 y, por lo tanto, protege contra los daños.

15 Para el enfriamiento del electrodo 2, la boquilla 4 y la tapa de la boquilla 5, se aplican las afirmaciones hechas en la descripción de la Fig. 4.

25 La tapa de protección de la boquilla 8 se calienta en particular por la radiación del arco o del chorro de plasma y la pieza calentada. Especialmente al perforar la pieza, la tapa de protección de la boquilla 8 se ve sometida a un gran esfuerzo térmico y a un gran calentamiento debido a la alta pulverización de material incandescente y debe ser enfriada. Por ello, se utilizan materiales que conducen bien el calor y la electricidad, generalmente metales, por ejemplo, cobre, aluminio, estaño, zinc, hierro o aleaciones que contienen al menos uno de estos metales.

30 El gas secundario SG fluye primero a través del soplete de plasma 1 antes de pasar por un espacio interior 9.10 formado por las superficies interiores del soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 y la tapa de protección de la boquilla 8, así como las superficies exteriores del portaboquilla 6 y la tapa de la boquilla 5. El espacio 9.10 también está delimitado por una pieza aislante diseñada como pieza de guía de gas secundario 7 para el gas secundario SG, que se encuentra entre la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8.

35 Los orificios 7.1 están situados en la pieza de guía de gas secundario 7. Sin embargo, también puede haber aberturas, ranuras o rebajes por los que fluye el gas secundario SG. El gas secundario SG puede ponerse en rotación mediante una disposición correspondiente de estos orificios 7.1, que por ejemplo tienen un desplazamiento radial y/o están dispuestos radialmente con una inclinación respecto a la línea central M. Esto sirve para estabilizar el arco o el chorro de plasma.

40 Después de pasar por la pieza de guía de gas secundario 7, el gas secundario SG fluye hacia el espacio (espacio interior) 8.10 formado por la superficie interior de la tapa de protección de la boquilla 8 y la superficie exterior de la tapa de la boquilla 5 y la boquilla 4, y luego sale del orificio 8.1 de la tapa de protección de la boquilla 8. Cuando el arco o chorro de plasma está ardiendo, el gas secundario SG lo golpea y puede influir en él.

45 La tapa de protección de la boquilla 8 suele estar refrigerada únicamente por el gas secundario SG. La refrigeración por gas tiene el inconveniente de que no es eficaz y el caudal de gas necesario es muy elevado para conseguir una refrigeración o disipación de calor aceptable. A menudo se requieren caudales de gas de 5.000 a 11.000 l/h. Al mismo tiempo, el caudal del gas secundario debe seleccionarse de forma que se consigan los mejores resultados de corte. Sin embargo, los caudales demasiado elevados, necesarios para la refrigeración, suelen empeorar el resultado del corte. Además, el elevado consumo de gas provocado por los grandes caudales es antieconómico. Esto es especialmente cierto cuando se utilizan gases distintos del aire, por ejemplo, argón, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno o helio. Estas desventajas se eliminan mediante el uso de la pieza aislante diseñada como pieza de guía de gas secundario 7. Mediante el uso de dicha pieza aislante, se consigue el aislamiento eléctrico entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 y, por tanto, también la boquilla 4. El aislamiento eléctrico, en combinación con el gas secundario SG, protege la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos eléctricos que pueden formarse entre ellos y una pieza de trabajo (no mostrada). Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla, la tapa de la boquilla y la tapa de protección de la boquilla.

55

Al mismo tiempo, el calor se transfiere entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 desde el componente más caliente al más frío, en este caso desde la tapa de protección de la boquilla 8 a la tapa de la boquilla 5, a través de la pieza aislante que conduce bien el calor y que está diseñada como una pieza de guía de gas secundario 7. La pieza de guía de gas secundario 7 está en contacto con la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 por contacto. En este ejemplo de realización, esto se hace mediante las superficies circulares 8.2 en forma de anillo de la tapa de protección de la boquilla 8 y 7.4 de la pieza de guía de gas secundario 7, así como las superficies circulares 7.5 en forma de anillo de la pieza de guía de gas secundario 7 y 5.3 de la tapa de la boquilla 5. En este ejemplo, las conexiones son no positivas, en las que la tapa de protección de la boquilla 8 se enrosca mediante el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 con una rosca interna 9.20 a una rosca externa 11.20 de un receptáculo 11. Se presiona hacia arriba contra la pieza de guía de gas secundario 7 para el gas secundario SG y ésta contra la tapa de la boquilla 5. De este modo, el calor es conducido desde la tapa de protección de la boquilla 8 a la tapa de la boquilla 5 y así se enfría. La tapa de la boquilla 5 se enfría a su vez como se explica en la descripción de la Fig. 4.

La Fig. 7 muestra un soplete de corte por plasma 1 para el que se aplican las afirmaciones hechas sobre la realización de acuerdo con la Fig. 6. Además, el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 se enrosca con su rosca interna 9.20 a la rosca externa 11.20 del receptáculo 11, que está diseñado como pieza aislante. El receptáculo 11 está hecho de un material no conductor de la electricidad que es un buen conductor del calor. Así, el calor del soporte de la tapa de protección de la boquilla 9, que puede recibir, por ejemplo, de la tapa de protección de la boquilla 8, de una pieza caliente o de la radiación del arco, se transfiere al receptáculo 11 a través de la rosca interna 9.20 y la rosca externa 11.20. El receptáculo 11 tiene pasajes de refrigerante 11.10 y 11.11 para el suministro de refrigerante (WV1) y el retorno de refrigerante (WR1), que están diseñados en la presente memoria como orificios. El líquido refrigerante fluye a través de ellos y así enfría el receptáculo 11. Esto mejora aún más la refrigeración soporte de la tapa de protección de la boquilla 9. El calor se transfiere desde la tapa de protección de la boquilla 8 a través de su superficie de contacto 8.3, que está diseñada como una superficie circular anular, a una superficie de contacto 9.1, que también está diseñada como una superficie circular anular, en el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9. En este ejemplo, las superficies de contacto 8.3 y 9.1 están en contacto por fricción, en el que la tapa de protección de la boquilla 8 se atornilla a la rosca externa 11.20 del receptáculo 11 mediante el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 con la rosca interna 9.20. De este modo, se presiona hacia arriba contra la pieza de guía de gas secundario 7 y el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 contra la tapa de protección de la boquilla 8. En el presente ejemplo, el receptáculo 11 es de cerámica. Particularmente adecuado es el nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aproximadamente $180 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente $10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$).

El refrigerante se alimenta simultáneamente a través de los espacios de refrigerante 6.10 y 6.11 del portaboquilla 6 a la boquilla 4 y a la tapa de la boquilla 5 y las enfría.

La Fig. 8 muestra una realización de un soplete de plasma 1 similar a la de la Fig. 7. Por lo tanto, las afirmaciones hechas para las realizaciones de acuerdo con las Figs. 6 y 7 también se aplican en principio. Sin embargo, contiene una realización diferente de la pieza aislante diseñada como receptáculo 11 para la tapa de protección de la boquilla 9. En este ejemplo, el receptáculo 11 comprende dos partes, en las que una parte exterior 11.1 comprende un material no conductor de la electricidad que es un buen conductor del calor y una parte interior 11.2 que comprende un material que es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor.

El soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 se atornilla con su rosca interna 9.20 a la rosca externa 11.20 de la pieza 11.1 del receptáculo 11.

El material, que es eléctricamente no conductor y conduce bien el calor, está hecho de cerámica, por ejemplo nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aproximadamente $180 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) y una elevada resistencia eléctrica específica de aproximadamente $10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$. El material que conduce bien la electricidad y el calor es en la presente memoria un metal, por ejemplo, cobre, aluminio, estaño, zinc, acero aleado o aleaciones (por ejemplo, latón) en las que está contenido al menos uno de estos metales.

En general, es ventajoso que el material que conduce bien la electricidad y conduce bien el calor tenga una conductividad térmica de al menos $40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ y una resistencia eléctrica específica de como máximo $0,01 \Omega\cdot\text{cm}$. En particular, se puede prever que el material que es un buen conductor de la electricidad y el calor tenga una conductividad térmica de al menos $60 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, preferentemente al menos $90 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ y preferentemente $120 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Aún más preferentemente, el material que es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor tiene una conductividad térmica de al menos $150 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, preferentemente al menos $200 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ y preferentemente al menos $300 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Alternativa o adicionalmente, se puede prever que el material que es buen conductor de la electricidad y el calor sea un metal como, por ejemplo, plata, cobre, aluminio, estaño, zinc, hierro, acero aleado o una aleación metálica (por ejemplo, latón) en la que estos metales estén contenidos individualmente o en total en al menos un 50%.

La ventaja de utilizar dos materiales diferentes es que para la pieza más complicada en la que se requieren diferentes formas, por ejemplo, diferentes orificios, rebajes, ranuras, aberturas, etc., se puede utilizar el material que se puede mecanizar más fácilmente y de forma más barata. En esta realización, se trata de un metal más fácil de mecanizar que la cerámica. Ambas partes (11.1 y 11.2) están unidas entre sí por fricción, presionándolas una contra otra, con lo que se consigue una buena transferencia de calor entre las superficies de contacto cilíndricas 11.5 y 11.6 de las dos partes 11.1 y 11.2. La parte 11.2 del receptáculo 11 tiene los pasajes de refrigerante 11.10 y 11.11 para el suministro de refrigerante (WV1) y el retorno de refrigerante (WR1), que en la presente memoria están diseñados como orificios. El refrigerante fluye a través de ellas y así se enfría.

Como puede verse en la Fig. 8 y en la descripción adjunta, la presente invención también se refiere a una pieza aislante para un soplete de plasma, en particular un soplete de corte por plasma, para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes eléctricamente conductores del soplete de plasma, en la que comprende al menos dos partes, en la que una de las partes comprende un material eléctricamente no conductor que es un buen conductor del calor, y la otra u otras de las partes comprenden un material que es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor.

La figura 9 muestra otra realización de un soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con la presente invención, que es similar en principio a la realización mostrada en la figura 8. Por lo tanto, las afirmaciones hechas para las realizaciones de acuerdo con las figuras 6, 7 y 8 también son válidas. Sin embargo, se muestra otra realización de la pieza aislante diseñada como receptáculo 11 para el soporte de la tapa de protección de la boquilla 9. El receptáculo 11 consiste en dos partes, en las que en la presente memoria, a diferencia de la realización mostrada en la figura 8, la parte exterior 11.1 está formada por un material que es un buen conductor de la electricidad y el calor (por ejemplo, metal) y la parte interior 11.2 está formada por un material que no es un buen conductor de la electricidad y el calor (por ejemplo, cerámica).

El soporte de la tapa de protección de la boquilla 9 con su rosca interna 9.20 se atornilla a la rosca externa 11.20 de la parte 11.1 del receptáculo 11.

En esta realización, la ventaja es que la rosca externa puede hacerse en el material metálico utilizado para la pieza 11.1 en lugar de la cerámica, que es más difícil de mecanizar.

Las figuras 10 a 13 muestran (además) diferentes realizaciones de una pieza aislante formada como pieza de guía de gas de plasma 3 para el gas de plasma PG, que puede utilizarse en un soplete de plasma 1 como el mostrado en las figuras 1 a 9, en las que la respectiva figura con la letra "a" muestra una sección longitudinal y la respectiva figura con la letra "b" una vista lateral parcialmente seccionada.

La pieza de guía de gas de plasma 3 mostrada en las figuras 10a y 10b está fabricada con un material eléctricamente no conductor que es un buen conductor del calor, en la presente memoria ejemplarmente de cerámica. Particularmente adecuado es el nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aproximadamente $180 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente $10^{12} \text{ }\Omega\cdot\text{cm}$). Las ventajas asociadas cuando se utiliza en un soplete de corte por plasma 1, como una mejor refrigeración, la reducción de las tensiones mecánicas, una construcción más sencilla, ya se han mencionado y explicado anteriormente en la descripción de las figuras 1 a 4.

En la pieza de guía de gas de plasma 3, hay orificios 3.1 dispuestos radialmente, que pueden estar desplazados radialmente y/o inclinados radialmente con respecto a la línea central M, por ejemplo, y permiten que un gas de plasma PG gire en el soplete de corte por plasma. Cuando la pieza guía de gas de plasma 3 está instalada en el soplete de corte por plasma 1, su superficie de contacto 3.6 (en la presente memoria por ejemplo superficie exterior cilíndrica) está en contacto con la superficie de contacto 4.3 (en la presente memoria por ejemplo superficie interior cilíndrica) de la boquilla 4, su superficie de contacto 3.5 (en la presente memoria por ejemplo superficie interior cilíndrica) con la superficie de contacto 2.3 (en la presente memoria, por ejemplo, superficie exterior cilíndrica) del electrodo 2 así como su superficie de contacto 3.7 (en la presente memoria, por ejemplo, superficie circular) con la superficie de contacto 4.5 (en la presente memoria, por ejemplo, superficie circular) de la boquilla 4 por contacto (figuras 1 a 9). Hay ranuras 3.8 en la superficie de contacto 3.6. Éstas guían el gas de plasma PG hacia los orificios 3.1 antes de conducirlo a través de ellos a un espacio interior 4.2 de la boquilla 4, en el que está dispuesto el electrodo 2.

Las figuras 11a y 11b muestran una pieza de guía de gas de plasma 3 que consiste en dos partes. Una primera parte 3.2 consiste en un material no conductor de la electricidad y un material que es buen conductor del calor, mientras que una segunda parte 3.3 consiste en un material que es buen conductor de la electricidad y un material que es buen conductor del calor.

Para la parte 3.2 de la guía de gas de plasma parte 3, la cerámica se utiliza en la presente memoria como ejemplo, de nuevo como nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aprox. $180 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) y una elevada resistencia eléctrica específica ($10^{12} \text{ }\Omega\cdot\text{cm}$). En la parte 3.3 de la guía de gases secundarios se utiliza un

metal como la plata, el cobre, el aluminio, el estaño, el zinc, el hierro, el acero aleado o una aleación metálica (por ejemplo, el latón) en la que estos metales están contenidos individualmente o en total al menos al 50 %.

5 Si, por ejemplo, se usa cobre para la parte 3.3, la conductividad térmica de la parte de la guía de gas de plasma 3 será mayor que si estuviera hecha únicamente de material eléctricamente no conductor y conductor del calor, como el nitruro de aluminio. Dependiendo de su pureza, el cobre tiene una mayor conductividad térmica (máx. aprox. 390 W/(m*K) que el nitruro de aluminio (aproximadamente 180 W/(m*K)), que actualmente se considera uno de los mejores materiales conductores del calor y, al mismo tiempo, no conductores de la electricidad. Mientras tanto, también existe el nitruro de aluminio con una conductividad térmica de 220 W/(m*K).

10 Esto conduce a un intercambio de calor aún mejor entre la boquilla 4 y el electrodo 2 del soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con las figuras 1 a 9 debido a la mejor conductividad térmica.

En el caso más sencillo, las partes 3.2 y 3.3 se conectan deslizando las superficies de contacto 3.21 y 3.31 una sobre otra.

15 Las partes 3.2 y 3.3 también pueden estar conectadas por fricción mediante las superficies de contacto 3.20 con 3.30, 3.21 con 3.31 y 3.22 a 3.32 que se presionan entre sí y están en contacto. Las superficies de contacto 3.20, 3.21 y 3.22 son superficies de contacto de la parte 3.2 y las superficies de contacto 3.30, 3.31 y 3.32 son superficies de contacto de la parte 3.3. Las superficies de contacto cilíndricas 3.31 (superficie exterior cilíndrica de la pieza 3.3) y 3.21 (superficie interior cilíndrica de la pieza 3.2) forman una conexión no positiva al presionarse mutuamente. En la presente memoria se aplica un ajuste de interferencia DIN EN ISO 286 (por ejemplo H7/n6; H7/m6) entre las superficies cilíndricas interior y exterior.

20 También es posible unir ambas partes (3.2 y 3.3) por medio de un ajuste de forma, por soldadura y/o por pegado y/o por un procedimiento térmico.

25 Dado que el procesamiento mecánico del material cerámico suele ser más difícil que el de un metal, se reduce el esfuerzo de procesamiento. En la presente memoria, por ejemplo, se realizan seis orificios 3.1 en la parte metálica 3.3, que tienen un desplazamiento radial a_1 y se distribuyen equidistantemente en un ángulo α_1 alrededor de la circunferencia de la guía de gas de plasma. También es más fácil producir una gran variedad de formas, como ranuras, rebajes, orificios, etc., cuando se hacen en el metal.

Las figuras 12a y 12b muestran una pieza de guía de gas de plasma 3 que consiste en dos partes, en la que una primera parte 3.2 consiste en un material conductor de calor y no conductor de electricidad, mientras que una segunda parte 3.3 consiste en un material conductor de calor y no conductor de electricidad.

30 Para la parte 3.2 de la guía de gas de plasma se utiliza en la presente memoria como ejemplo la cerámica, nuevamente el nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aprox. 180 W/(m*K) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$). Para la parte 3.3 de la pieza de guía de gas de plasma 3, puede usarse por ejemplo, un plástico, por ejemplo PEEK, PTFE (politetrafluoroeteno), Torlon, poliamidaimida (PAI), poliimida (PI), que tiene una alta resistencia a la temperatura (al menos 200°C) y una alta resistencia eléctrica específica (al menos 10^6 , mejor al menos $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$).

35 En el caso más sencillo, las partes 3.2 y 3.3 se conectan deslizando las superficies de contacto 3.21 y 3.31 una sobre otra. También pueden estar conectadas por fricción mediante las superficies de contacto 3.20 presionadas entre sí, enfrentadas y en contacto 3.30, 3.21 a 3.31 y 3.22 a 3.32. Las superficies de contacto formadas cilíndricamente 3.31 (superficie exterior cilíndrica de la parte 3.3) y 3.21 (superficie interior cilíndrica de la parte 3.2) forman entonces la conexión no positiva presionando una contra otra. En la presente memoria se aplica un ajuste de interferencia DIN EN ISO 286 (por ejemplo H7/n6; H7/m6) entre las superficies cilíndricas interior y exterior. También es posible conectar las dos partes (3.2 y 3.3) por medio de un ajuste de forma y/o pegado.

40 Dado que el procesamiento mecánico del material cerámico suele ser más difícil que el de un plástico, el esfuerzo de procesamiento se reduce. En la presente memoria, por ejemplo, se realizan seis orificios 3.1 en la parte de plástico 3.3, que tienen un desplazamiento radial a_1 y se distribuyen equidistantemente en un ángulo α_1 alrededor de la circunferencia de la guía de gas. También es más fácil producir una gran variedad de formas, como ranuras, rebajes, orificios, etc., cuando se incorporan al plástico.

45 Las figuras 13a y 13b muestran una pieza de guía de gas de plasma 3 como en la figura 12, excepto que otra parte 3.4, fabricada con un material con las mismas propiedades que la parte 3.3, forma parte de la pieza de guía de gas de plasma 3.

50 Las partes 3.2 y 3.4 pueden conectarse de la misma manera que las partes 3.2 y 3.3, en las que la superficie de contacto 3.23 está conectada a 3.43, 3.24 está conectada a 3.44 y 3.25 está conectada a 3.25.

Dado que el procesamiento mecánico del material cerámico suele ser más difícil que el de un plástico, el esfuerzo de procesamiento se reduce y también es más fácil producir una amplia variedad de formas, como rebajes, orificios, etc., cuando se incorporan al plástico.

5 Las figuras 14a a 14b muestran otra realización de una pieza de guía de gas de plasma 3. Las figuras 14c y 14d muestran una parte 3.3 de la guía de gas de plasma. Las figuras 14a y 14c muestran una sección longitudinal y las figuras 14b y 14d muestran una vista lateral parcialmente cortada.

Una parte 3.2 está formada por un material no conductor de la electricidad y un material que conduce bien el calor, mientras que una parte 3.3 está formada por un material no conductor de la electricidad y un material que no conduce el calor.

10 En la parte 3.3 de la pieza de guía de gas de plasma 3 hay aberturas dispuestas radialmente, en este caso orificios 3.1, que pueden estar desplazadas radialmente y/o inclinadas radialmente con respecto a la línea central M y por las que fluye un gas de plasma PG cuando la pieza de guía de gas de plasma 3 está instalada en el soplete de corte por plasma 1 (véanse las figuras 1 a 9).

15 La parte 3.3 tiene otros orificios dispuestos radialmente 3.9 que son más grandes que los orificios 3.1. En estos orificios se introducen seis partes 3.2, que en la presente memoria se muestran como ejemplo de pasador redondo. Estos se distribuyen equidistantemente en la circunferencia con un ángulo de $\alpha=60^\circ$, que resulta entre las líneas centrales M3.9.

20 Cuando la pieza de guía de gas de plasma 3 se instala en el soplete de corte por plasma 1 mostrado en las Figuras 1 a 9, las superficies de contacto 3.61 (superficies exteriores) de las partes 3.2 (pasadores redondos) están en contacto con una superficie de contacto 4.3 (en la presente memoria, una superficie interior cilíndrica) de la boquilla 4, y las superficies de contacto 3.51 (superficie interior) de las partes 3.2 (pasadores redondos) están en contacto con la superficie de contacto 2.3 (en la presente memoria, una superficie exterior cilíndrica) del electrodo 2 por contacto.

25 Las partes 3.2 tienen un diámetro d_3 y una longitud l_3 al menos igual a la mitad de la diferencia de los diámetros d_{10} y d_{20} de la parte 3.3. Es incluso mejor si la longitud l_3 es ligeramente mayor para obtener un contacto seguro entre las superficies de contacto de los pasadores redondos 3.2 y la boquilla 4, así como el electrodo 2. También es ventajoso que la superficie de las superficies de contacto 3.61 y 3.51 no sean planas, sino que se adapten a la superficie exterior cilíndrica (superficie de contacto 2.3) del electrodo 2 y a la superficie interior cilíndrica (superficie de contacto 4.3) de la boquilla 4 de tal manera que se cree un ajuste de forma.

30 Hay ranuras 3.8 en la superficie de contacto 3.6. Éstas guían el gas de plasma PG hacia los orificios 3.1 antes de que sea conducido a través de ellos al espacio interior 4.2 de la boquilla 4, en la que está dispuesto el electrodo 2.

35 Dado que el procesamiento mecánico del material cerámico suele ser más difícil que el de un plástico, el esfuerzo de procesamiento se reduce y también es más fácil producir una amplia variedad de formas, como ranuras, rebajes, orificios, etc., cuando se incorporan al plástico. De este modo, a pesar de utilizar los mismos pasadores redondos, se puede fabricar una gran variedad de guías de gas de forma rentable.

Además, cambiando el número o también el diámetro de los pasadores redondos 3.2, se pueden conseguir diferentes resistencias térmicas o conductividades térmicas de la pieza de guía de gas de plasma 3.

Si se reduce el diámetro y/o el número de pines redondos, la resistencia térmica aumenta y la conductividad térmica disminuye.

40 Dado que las cargas térmicas sobre las boquillas 4 y el electrodo 2 varían mucho en función de la potencia a convertir en el soplete de plasma o soplete de corte por plasma de 500 W a 200 kW, es ventajoso ajustar la resistencia térmica. Por ejemplo, los costes de fabricación se reducen si hay que perforar menos orificios y utilizar menos pasadores redondos.

45 Las figuras 15 a 17 muestran (además) diferentes realizaciones de una pieza aislante formada como pieza de guía de gas secundario 7 para un gas secundario SG, que puede utilizarse en un soplete de corte por plasma 1 como el mostrado en las figuras 6 a 9, en las que la figura respectiva con la letra "a" muestra una vista desde arriba parcialmente cortada y la figura respectiva con la letra "b" muestra una vista lateral cortada.

Las figuras 15a y 15b muestran una pieza de guía de gas secundario 7 para un gas secundario SG, como puede ser utilizado en un soplete de corte por plasma de acuerdo con las figuras 6 a 9.

50 La pieza de guía de gas secundario 7 mostrada en las figuras 15a y 15b está fabricada con un material eléctricamente no conductor que es un buen conductor del calor, en la presente memoria por ejemplo, cerámica. En la presente memoria es particularmente adecuado el nitrato de aluminio, que tiene una muy buena conductividad

térmica (aproximadamente $180 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente $10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$). Debido a la baja resistencia térmica o a la alta conductividad térmica, se pueden evitar las altas diferencias de temperatura y reducir las tensiones mecánicas resultantes en el soplete de corte por plasma.

5 En la pieza de guía de gas secundario 7 hay orificios 7.1 dispuestos radialmente, que también pueden estar desplazados radialmente o inclinados radialmente con respecto a la línea central M y a través de los cuales puede fluir o fluye el gas secundario SG cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalada en el soplete de corte por plasma 1. En este ejemplo, 12 orificios están desplazados radialmente por una dimensión a_{11} y distribuidos equidistantemente en la circunferencia, en el que el ángulo encerrado por los centros de los orificios denotado por α_{11} . Sin embargo, también puede haber aberturas, ranuras o rebajes por los que fluye el gas secundario SG cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalada en el soplete de corte por plasma 1. La pieza de guía de gas secundario 7 tiene dos superficies de contacto circulares en forma de anillo 7.4 y 7.5.

10 Mediante el uso de esta pieza de guía de gas secundario 7, se consigue el aislamiento eléctrico entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 y, por tanto, también la boquilla 4 del soplete de corte por plasma 1 mostrado en las figuras 6 a 9. El aislamiento eléctrico, en combinación con el gas secundario, protege la boquilla 4, la tapa de la boquilla 5 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos eléctricos que pueden formarse entre ellos y la pieza (no mostrada). Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla 4, en la tapa de la boquilla 5 y en la tapa de protección de la boquilla 8.

15 Al mismo tiempo, el calor se transfiere entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 desde el componente más caliente al más frío, en este caso desde la tapa de protección de la boquilla 8 a la tapa de la boquilla 5, a través de la pieza aislante, que es un buen conductor del calor y está diseñada como una pieza de guía de gas secundario 7. La pieza de guía de gas secundario 7 está en contacto con la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 por contacto. En este ejemplo de realización, esto se hace mediante las superficies anulares 8.2 de la tapa de protección de la boquilla 8 y 7.4 de la pieza de guía de gas secundario 7, así como las superficies anulares 7.5 de la pieza de guía de gas secundario 7 y 5.3 de la tapa de la boquilla 5, que están en contacto, como se muestra en las figuras 6 a 9.

20 Las figuras 16a y 16b también muestran una pieza de guía de gas secundario 7 para un gas secundario SG, que consiste en dos partes. Una primera parte 7.2 consiste en un material no conductor de la electricidad y un material que es buen conductor del calor, mientras que una segunda parte 7.3 consiste en un material que es buen conductor de la electricidad y un material que es buen conductor del calor.

25 Para la parte 7.2 de la guía de gas secundario se usa en la presente memoria como ejemplo la cerámica, de nuevo el nitruro de aluminio, que tiene una muy buena conductividad térmica (aproximadamente $180 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) y una elevada resistencia eléctrica específica (aproximadamente $10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$). Para la parte 7.3 de la pieza de guía de gas secundario 7, se usa un metal como la plata, el cobre, el aluminio, el estaño, el zinc, el hierro, el acero aleado o una aleación metálica (por ejemplo, el latón), en la que estos metales están contenidos individualmente o en total al menos al 50 %.

30 Si, por ejemplo, se utiliza cobre para la parte 7.3, la conductividad térmica de la pieza de guía de gas secundario 7 será mayor que si ésta estuviera formada únicamente por un material eléctricamente no conductor y conductor del calor, como el nitruro de aluminio. Dependiendo de su pureza, el cobre tiene una mayor conductividad térmica (máx. aprox. $390 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) que el nitruro de aluminio (aproximadamente $180 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), que actualmente se considera uno de los mejores materiales conductores del calor y, al mismo tiempo, no conductores de la electricidad. De este modo se consigue un intercambio de calor aún mejor entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la tapa de la boquilla 5 del soplete de corte por plasma 1 de las figuras 6 a 9, debido a la mejor conductividad.

35 En el caso más sencillo, las partes 7.2 y 7.3 se conectan deslizando las superficies de contacto 7.21 y 7.31 una sobre otra.

40 Las partes 7.2 y 7.3 también pueden estar conectadas por fricción mediante las superficies de contacto 7.20 con 7.30, 7.21 con 7.31 y 7.22 con 7.32 que se presionan entre sí y están en contacto. Las superficies de contacto 7.20, 7.21 y 7.22 son superficies de contacto de la parte 7.2 y las superficies de contacto 7.30, 7.31 y 7.32 son superficies de contacto de la parte 7.3. Las superficies de contacto cilíndricas 7.31 (superficie exterior cilíndrica de la pieza 7.3) y 7.21 (superficie interior cilíndrica de la parte 7.2) forman una conexión no positiva al presionarse mutuamente. En la presente memoria se aplica un ajuste de interferencia DIN EN ISO 286 (por ejemplo H7/n6; H/m6) entre las superficies cilíndricas interior y exterior.

45 También es posible conectar ambas partes por medio de un ajuste de forma, soldadura y/o pegado.

50 Dado que el procesamiento mecánico del material cerámico suele ser más difícil que el de un metal, se reduce el esfuerzo de procesamiento. En la presente memoria, por ejemplo, en la parte 7.3 hay doce orificios 7.1 de metal, que tienen un desplazamiento radial a_{11} y están distribuidos equidistantemente en la circunferencia de la guía de

55

gas con un ángulo α_{11} . También es más fácil producir una gran variedad de formas, como ranuras, rebajes, orificios, etc., cuando se introducen en el metal.

5 Las figuras 17a y 17b también muestran una pieza de guía de gas secundario 7 para un gas secundario SG, que consiste en dos partes. A diferencia de la realización de acuerdo con la figura 16, en la presente memoria una primera parte 7.2 consiste en un material que es un buen conductor de electricidad y un buen conductor de calor, y una segunda parte 7.3 consiste en un material que no es un buen conductor de electricidad y un buen conductor de calor. Por lo demás, se aplican los mismos comentarios que para las figuras 16a y 6b.

10 En las Figs. 18a, 18b, 18c y 18d, se muestra otra realización de una pieza de guía de gas secundario 7 para un SG de gas secundario que puede utilizarse en un soplete de corte por plasma de acuerdo con las Figs. 6 a 9.

La Fig. 18a muestra una vista desde arriba y las Figs. 18b y 18c muestran vistas laterales recortadas de varias realizaciones de la misma. La Fig. 18d muestra una parte 7.3 de la pieza de guía de gas secundario 7 que consiste en un material no conductor de la electricidad y del calor.

15 En la parte 7.3 de la pieza de guía de gas secundario 7 hay orificios dispuestos radialmente 7.1, que también pueden estar desplazados radialmente o inclinados radialmente con respecto a la línea central M y a través de los cuales puede fluir el gas secundario SG cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalada en el soplete de corte por plasma 1. En este ejemplo, doce orificios están desplazados radialmente por una dimensión a_{11} y distribuidos equidistantemente en la circunferencia, en el que el ángulo encerrado por los centros de los orificios denotado por α_{11} (en la presente memoria, por ejemplo, 30°). Sin embargo, también puede haber aberturas, ranuras o rebajes por los que fluye el gas secundario SG cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalada en el soplete de corte por plasma 1 (véanse, por ejemplo, las figuras 6 a 9).

20 La Fig. 18d muestra que en este ejemplo la pieza 7.3 tiene otros doce orificios 7.9 dispuestos axialmente que son más grandes que los orificios o aberturas 7.1.

25 En las Figs. 18a y 18b, doce partes 7.2, mostradas en la presente memoria como pasadores redondos a modo de ejemplo, se insertan en estos orificios 7.9. Los pasadores redondos 7.2 están hechos de un material no conductor de la electricidad y del calor, mientras que la pieza 7.3 está fabricada con un material no conductor de la electricidad y del calor.

30 Cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalado en el soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con las Figs. 6 a 9, las superficies de contacto 7.51 de los pasadores redondos 7.2 están en contacto con una superficie de contacto 5.3 (en la presente memoria, por ejemplo, superficie anular) de la tapa de la boquilla 5 y las superficies de contacto 7.41 de los pasadores redondos 7.2 están en contacto con una superficie de contacto 8.2 (en la presente memoria, por ejemplo, superficie anular) de la tapa de la boquilla por contacto (Figs. 6 a 9).

35 Las partes 7.2 tienen un diámetro d_7 y una longitud 17 al menos igual a la anchura b de la parte 7.3. Es aún mejor si la longitud 17 es ligeramente mayor para obtener un contacto seguro entre las superficies de contacto de los pasadores redondos 7.2 y la tapa de la boquilla 5, así como la tapa de protección de la boquilla 8.

40 La Fig. 18c muestra otra realización de la pieza de guía de gas secundario 7 para el gas secundario. En cada orificio 7.9 se introducen dos partes 7.2 y 7.6, que se indican de forma ejemplar como pasadores redondos. La parte 7.3 está formada por un material no conductor de la electricidad y del calor, los pasadores redondos 7.2 están formados por un material no conductor de la electricidad y del calor y los pasadores redondos 7.6 están formados por un material conductor de la electricidad y del calor.

45 Cuando la pieza de guía de gas secundario 7 está instalada en el soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con las Figs. 6 a 9, las superficies de contacto 7.51 de los pasadores redondos 7.2 están en contacto con una superficie de contacto 5.3 (en la presente memoria, por ejemplo, la superficie anular) de la tapa de la boquilla 5 y las superficies de contacto 7.41 de los pasadores redondos 7.6 están en contacto con una superficie de contacto 8.2 (en la presente memoria, por ejemplo, la superficie anular) de la tapa de protección de la boquilla 8 por contacto (véanse también las Figs. 6 a 9). Ambos pasadores redondos 7.2 y 7.6 están conectados por contacto a través de sus superficies de contacto 7.42 y 7.52.

50 Las partes 7.2 tienen un diámetro d_7 y una longitud 171. En este ejemplo, las partes 7.6 tienen el mismo diámetro y una longitud 172, en las que la suma de las longitudes 171 y 172 es al menos tan grande como la anchura b de la pieza 7.3. Es aún mejor si la suma de las longitudes es ligeramente mayor, por ejemplo superior a 0,1 mm, para obtener un contacto seguro entre las superficies de contacto 7.51 de los pasadores redondos 7.2 y la tapa de la boquilla 5 así como las superficies de contacto 7.41 de los pasadores redondos 7.6 y la tapa de protección de la boquilla 8.

[Como se muestra en la Fig. 18c y la descripción adjunta, la presente invención se refiere también, por tanto, de forma generalizada, a una pieza aislante para un soplete de plasma, en particular un soplete de corte por plasma, para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes eléctricamente conductores del soplete de plasma, en el que la pieza aislante consiste en al menos tres partes, en la que una de las partes está formada por un material no conductor de la electricidad y buen conductor del calor, otra de las partes está formada por un material no conductor de la electricidad y buen conductor del calor, y la otra o una más de las partes está formada por un material que es buen conductor de la electricidad y buen conductor del calor.

Las piezas de guía de gas secundario 7 mostradas en las Figs. 15 a 18 también pueden utilizarse en un soplete de corte por plasma 1 de acuerdo con la Fig. 5. Allí, el aislamiento eléctrico entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4 se realiza mediante el uso de esta pieza de guía de gas secundario 7. El aislamiento eléctrico, en combinación con el gas secundario SG, protege la boquilla 4 y la tapa de protección de la boquilla 8 de los arcos eléctricos que pueden formarse entre ellos y una pieza de trabajo. Estos se denominan arcos dobles y pueden causar daños en la boquilla 4 y en la tapa de protección de la boquilla 8.

Al mismo tiempo, el calor se transfiere entre la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4 desde el componente más caliente al más frío, en este caso desde la tapa de protección de la boquilla 8 a la boquilla 4, a través de la pieza aislante, que es un buen conductor del calor y está diseñada como pieza de guía de gas secundario 7. La pieza de guía de gas secundario 7 está en contacto con la tapa de protección de la boquilla 8 y la boquilla 4 por contacto. Esto se hace para las realizaciones de la pieza de guía de gas secundario 7 mostrada en las Figs. 15, 16 y 17 a través de las superficies de contacto anulares 8.2 de la tapa de protección de la boquilla 8 y las superficies de contacto anulares 7.4 de la pieza de guía de gas secundario 7, así como las superficies de contacto anulares 7.5 de la pieza de guía de gas secundario 7 y las superficies de contacto anulares 4.4 de las boquillas 4, que están en contacto como se muestra en la Fig. 5.

En los ejemplos de realización de la pieza de guía de gas secundario 7 mostrados en las Figs. 18b y 18c, la transferencia de calor tiene lugar a través de la superficie de contacto anular 8.2 de la tapa de protección de la boquilla 8 y las superficies de contacto 7.41 de los pasadores redondos 7.2 o 7.6 de la pieza de guía de gas secundario 7 de 7.51 de los pasadores redondos 7.2 con la superficie de contacto 4.4 (aquí, por ejemplo, la superficie anular) de la boquilla 4 por contacto, como se muestra en la Fig. 5.

Las Figs. 19a a 19d muestran vistas en sección de conjuntos que comprenden una boquilla 4 y una pieza de guía de gas secundario 7 para un gas secundario SG de acuerdo con las realizaciones particulares de la invención en las Figs. 15 a 18. Las explicaciones de la Fig. 5 y de las Figs. 15 a 18 se aplican a la presente memoria.

De este modo, la Fig. 19a muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario 7 de acuerdo con las Figs. 15a y 15b, la Fig. 19b muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 16a y 16b, la Fig. 19c muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 17a y 17b, y la Fig. 19d muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 18a y 18b.

En estos ejemplos de realización, la pieza de guía de gas secundario 7 puede estar conectada a la boquilla 4 en el caso más sencillo, deslizándose una sobre la otra. Sin embargo, también pueden unirse por medio de un bloqueo positivo y no positivo o por medio de un enlace. Cuando se utiliza metal/metal y/o metal/cerámica en la unión, la soldadura también es posible como conexión.

Las Figs. 20a a 20d muestran vistas en sección de conjuntos que comprenden una tapa de boquilla 5 y una pieza de guía de gas secundario 7 para un SG de gas secundario de acuerdo con las Figs. 15 a 18 de acuerdo con realizaciones particulares de la invención. Las explicaciones de las Figs. 6 a 9 y de las Figs. 15 a 18 se aplican a la presente memoria.

A este respecto, la Fig. 20a muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 15a y 15b; la Fig. 20b muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 16a y 16b; la Fig. 20c muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 17a y 17b; y la Fig. 20d muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 18a a 18d.

En estos ejemplos de realización, la pieza de guía de gas secundario 7 puede estar conectada a la tapa de la boquilla 5 en el caso más simple, deslizándose una sobre la otra. Sin embargo, también pueden estar conectadas o vinculadas positiva y no positivamente. Cuando se utiliza metal/metal y/o metal/cerámica en la unión, la soldadura también es posible como conexión.

Las Figs. 21a a 21d muestran vistas en sección de conjuntos que comprenden una tapa de protección de boquilla 8 y una pieza de guía de gas secundario 7 para un SG secundario de acuerdo con las Figs. 15 a 18. Las explicaciones de las Figs. 5 a 9 y de las Figs. 15 a 18 se aplican a la presente memoria.

A este respecto, la Fig. 21a muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 15a y 15b; la Fig. 21b muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 16a y 16b; la Fig. 21c muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 17a y 17b; y la Fig. 21d muestra un conjunto con una pieza de guía de gas secundario de acuerdo con las Figs. 18a a 18d.

- 5 En estos ejemplos de realización, la pieza de guía de gas secundario 7 puede conectarse a la tapa de protección de la boquilla 8 en el caso más sencillo, deslizándose una sobre la otra. Sin embargo, también pueden estar conectados o vinculados positiva y no positivamente. Cuando se utiliza metal/metal y/o metal/cerámica en la unión, la soldadura también es posible como conexión.

- 10 Las Figs. 22a y 22b muestran conjuntos que comprenden un electrodo 2 y una pieza de guía de gas de plasma 3 para un gas de plasma PG de acuerdo con las Figs. 11 a 13 de acuerdo con realizaciones particulares de la invención.

La Fig. 22a muestra un conjunto con una pieza de guía de gas de plasma de acuerdo con la Fig. 11a y la Fig. 11b así como la Fig. 22b muestra un conjunto con una pieza de guía de gas de plasma de acuerdo con la Fig. 13a y la Fig. 13b.

- 15 En este ejemplo de realización, una superficie de contacto 2.3 es ejemplarmente una superficie exterior cilíndrica del electrodo 2 y una superficie de contacto 3.5 es una superficie interior cilíndrica de la pieza de guía de gas de plasma 3. Preferentemente, se utiliza aquí un ajuste de holgura con poca holgura, por ejemplo H7/h6 de acuerdo con DIN EN ISO 286, entre la superficie cilíndrica interior y exterior para realizar, por un lado, el acoplamiento y, por otro, un buen contacto y, por tanto, una baja resistencia térmica y, por tanto, una buena transferencia de calor. La transferencia de calor puede mejorarse aplicando pasta térmica a estas superficies de contacto. Entonces se puede utilizar un ajuste con una holgura mayor, por ejemplo H7/g6.

También es posible utilizar un ajuste de interferencia entre la pieza de guía de gas de plasma 3 y el electrodo 2. Esto, por supuesto, mejora la transferencia de calor. Sin embargo, esto tiene la consecuencia de que el electrodo 2 y la pieza de guía de gas de plasma 3 sólo pueden sustituirse juntos en el soplete de corte por plasma 1.

- 25 La Fig. 23 muestra una disposición que comprende un electrodo 2 y una pieza de guía de gas de plasma 3 para un gas de plasma PG de acuerdo con una realización particular de la presente invención.

En esta disposición, las superficies de contacto 3.51 de los pasadores redondos 3.2 de la pieza de guía de gas de plasma 3 están en contacto con una superficie de contacto 2.3 (aquí, por ejemplo, la superficie exterior cilíndrica) del electrodo 2 por contacto (véanse también las Figs. 1 a 9).

- 30 [0156] Las partes 3.2 tienen un diámetro d_3 y una longitud 13 al menos igual a la mitad de la diferencia de los diámetros d_{10} y d_{20} de la parte 3.3. Es incluso mejor si la longitud 13 es ligeramente mayor para obtener un contacto seguro entre las superficies de contacto de los pasadores redondos 3.2 y la boquilla 4, así como el electrodo 2. Además, es ventajoso que la superficie de las superficies de contacto 3.61 y 3.51 no sean planas, sino que se adapten a la superficie exterior cilíndrica (superficie de contacto 2.3) del electrodo 2 y a la superficie interior cilíndrica (superficie de contacto 4.3) de la boquilla de tal manera que se cree un ajuste de forma.

Los conjuntos de las piezas de desgaste y de la pieza aislante o de la pieza de guía de gas sólo se enumeran a modo de ejemplo. Por supuesto, también son posibles otras combinaciones, como la boquilla y la pieza de guía de gas.

- 40 Cuando se ha hecho referencia en la descripción anterior a líquido refrigerante o similar, se pretende significar un medio de refrigeración en general.

La descripción anterior incluye conjuntos y sopletes de plasma completos. Los expertos en la materia entenderán que la invención también puede comprender subcombinaciones y piezas individuales, como componentes o piezas de desgaste. Por lo tanto, también se reivindica explícitamente la protección para ella.

Por último, pero no menos importante, algunas definiciones que deberían aplicarse a toda la descripción anterior:

- 45 "Buen conductor de la electricidad" debe significar que la resistencia eléctrica específica no excede de $0,01 \Omega \cdot \text{cm}$.

"No conductor de la electricidad" debe significar que la resistencia específica es de al menos $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$, mejor al menos $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ y/o que la rigidez dieléctrica sea de al menos 7 kV/mm, mejor de al menos 10 kV/mm.

"Buen conductor térmico" debe significar que la conductividad térmica es de al menos $40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, mejor al menos $60 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, incluso mejor, al menos $90 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

“Buen conductor térmico” debe significar que la conductividad térmica es de al menos 120 W/(m*K), mejor al menos 150 W/(m*K), incluso mejor, al menos 180 W/(m*K).

Por último, “buen conductor térmico” debe significar, especialmente para los metales, que la conductividad térmica es de al menos 200 W/(m*K), mejor al menos 300 W/(m*K).

5 Lista de referencias

- 1 soplete de corte por plasma
- 2 Electrodo
 - 2.1 Portaelectrodos
 - 2.2 inserto de emisión
- 10 2.3 Superficie de contacto
 - 2.10 Compartimento del refrigerante
- 3 Pieza de guía de gas de plasma
 - 3.1 Orificio
 - 3.2 Parte
 - 15 3.3 Parte
 - 3.4 Parte
 - 3.5 Superficie de contacto
 - 3.6 Superficie de contacto
 - 3.7 Superficie de contacto
 - 20 3.8 Ranura
 - 3.9 Orificio
 - 3.20 Superficie de contacto
 - 3.21 Superficie de contacto
 - 3.22 Superficie de contacto
 - 25 3.23 Superficie de contacto
 - 3.24 Superficie de contacto
 - 3.25 Superficie de contacto
 - 3.30 Superficie de contacto
 - 3.31 Superficie de contacto
 - 30 3.32 Superficie de contacto
 - 3.43 Superficie de contacto
 - 3.44 Superficie de contacto
 - 3.45 Superficie de contacto
 - 3.51 Superficie de contacto
 - 35 3.61 Superficie de contacto
- 4 Boquilla

- 4.1 Orificio de la boquilla
- 4.2 Espacio interior
- 4.3 Superficie de contacto
- 4.4 Superficie de contacto
- 5 4.5 Superficie de contacto
- 4.10 Compartimento del refrigerante
- 4.20 Rosca exterior
- 5 Tapa de la boquilla
- 5.1 Orificio de la tapa de la boquilla
- 10 5.3 Superficie de contacto
- 5.20 Rosca interior
- 6 Portaboquilla
- 6.10 Compartimento del refrigerante
- 6.11 Compartimento del refrigerante
- 15 6.20 Rosca interior
- 6.21 Rosca exterior
- 7 Pieza de guía de gas secundario
- 7.1 Orificio
- 7.2 Parte
- 20 7.3 Parte
- 7.4 Superficie de contacto
- 7.5 Superficie de contacto
- 7.6 Parte
- 7.9 Orificios
- 25 7.20 Superficie de contacto
- 7.21 Superficie de contacto
- 7.22 Superficie de contacto
- 7.30 Superficie de contacto
- 7.31 Superficie de contacto
- 30 7.32 Superficie de contacto
- 7.41 Superficie de contacto
- 7.42 Superficie de contacto
- 7.51 Superficie de contacto
- 7.52 Superficie de contacto
- 35 8 Tapa de protección de la boquilla

- 8.1 Orificio de la tapa de protección de la boquilla
- 8.2 Superficie de contacto
- 8.3 Superficie de contacto
- 8.10 Espacio interior
- 5 8.11 Espacio interior
- 9 Soporte de la tapa de protección de la boquilla
- 9.1 Superficie de contacto
- 9.10 Espacio interior
- 9.20 Rosca interior
- 10 10 Tubo de refrigeración
- 10.1 Compartimento del refrigerante
- 11 Receptáculo
- 11.1 Parte
- 11.2 Parte
- 15 11.5 Superficie de contacto
- 11.6 Superficie de contacto
- 11.10 Paso de refrigerante
- 11.11 Paso de refrigerante
- 11.20 Rosca exterior
- 20 PG Gas de plasma
- SG Gas secundario
- WR1 Retorno de refrigerante 1
- WR2 Retorno de refrigerante 2
- WV1 Suministro de refrigerante 1
- 25 WV2 Suministro de refrigerante 2
- a1 Desplazamiento radial
- a11 Desplazamiento radial
- b Anchura
- d3 Diámetro
- 30 d7 Diámetro
- d10 Diámetro exterior
- d11 Diámetro interior
- d15 Diámetro
- d20 Diámetro interior
- 35 d21 Diámetro exterior

	d25 Diámetro
	d30 Diámetro interior
	d31 Diámetro exterior
	d60 Diámetro exterior
5	13 Longitud
	131 Longitud
	132 Longitud
	17 Longitud
	171 Longitud
10	172 Longitud
	173 Longitud
	12 Longitud
	M Línea central
	M3.1 Línea central
15	M3.2 Línea central
	M3.9 Línea central
	M7.1 Línea central
	M3.6 Línea central
	α 1 Ángulo
20	a3 Ángulo
	α 7 Ángulo
	α 11 Ángulo

REIVINDICACIONES

1. Pieza aislante de soplete de arco de plasma de varias partes para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes eléctricamente conductores de un soplete de arco de plasma, **caracterizada porque** consiste en al menos dos partes (3.2, 3.3; 7.2, 7.3; 11.1, 11.2), en la que una de las partes (3.2; 7.2; 11.1) está fabricada con un material no conductor de la electricidad y conductor del calor y la otra o al menos otra de las partes (3.3; 7.3; 11.2) está fabricada con un material no conductor de la electricidad y conductor del calor, en la que el material no conductor de la electricidad y conductor del calor tiene una conductividad térmica de al menos 40 W/(m*K), preferentemente al menos 60 W/(m*K) y más preferentemente al menos 90 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 120 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 150 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 180W/(m*K).
2. Pieza aislante para soplete de plasma de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la pieza (3.2) fabricada con un material eléctricamente no conductor y conductor de calor tiene al menos una superficie que actúa como superficie de contacto (3.51, 3.61, 7.41, 7.51) que está enrasada con una superficie inmediatamente adyacente de la pieza (3.3, 7.3) fabricada con un material eléctricamente no conductor y conductor de calor.
3. Pieza aislante de soplete de arco de plasma de varias partes para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes eléctricamente conductores de un soplete de arco de plasma, **caracterizada porque** consiste en al menos dos partes (3.2, 3.3; 7.2, 7.3), en la que una de las partes (3.3; 7.3) está fabricada con un material que es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor y la otra (3.2; 7.2) o al menos otra de las partes está fabricada con un material que no es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor, en la que el material que es un buen conductor de la electricidad y un buen conductor del calor tiene una conductividad térmica de al menos 40 W/(m*K)Ω), preferentemente al menos 60 W/(m*K) y más preferentemente al menos 90 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 120 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 150 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 180W/(m*K), y una resistividad eléctrica de como máximo 0,01 Ω*cm, y el material eléctricamente no conductor y buen conductor térmico tiene una conductividad térmica de al menos 40 W/(m*K), preferentemente al menos 60 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 90 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 120 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 150 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 180W/(m*K).
4. Pieza aislante de soplete de arco de plasma de varias partes para el aislamiento eléctrico entre al menos dos componentes conductores de electricidad de un soplete de arco de plasma, **caracterizada porque** consiste en al menos tres partes (7.2, 7.3, 7.6), en la que una de las partes (7.6) está formada por un material que es buen conductor de la electricidad y buen conductor del calor, otra de las partes (7.2) consiste en un material eléctricamente no conductor y conductor de calor y otra de las partes (7.3) consiste en un material eléctricamente no conductor y conductor de calor, en el que el material eléctricamente bien conductor y conductor de calor tiene una conductividad térmica de al menos 40 W/(m*K)Ω y una resistencia eléctrica específica de como máximo 0,01 Ω*cm, y el material eléctricamente no conductor y conductor de calor que tiene una conductividad térmica de al menos 40 W/(m*K), preferentemente al menos 60 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 90 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 120 W/(m*K), incluso más preferentemente al menos 150 W/(m*K) y aún más preferentemente al menos 180W/(m*K).
5. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el material conductor no conductor de electricidad y de calor y/o el material conductor no conductor de electricidad y de calor tiene una resistencia eléctrica específica de al menos 10⁶ Ω*cm, preferentemente al menos 10¹⁰ Ω*cm, y/o una resistencia dieléctrica de al menos 7 kV/mm, preferentemente de al menos 10 kV/mm.
6. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el material eléctricamente no conductor y conductor del calor es una cerámica o un plástico.
7. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con la reivindicación 2, o una reivindicación directa o indirectamente dependiente de la misma, **caracterizada porque** el material eléctricamente no conductor y térmicamente no conductor tiene una conductividad térmica de como máximo 1 W/(m*K).
8. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las piezas están unidas entre sí de forma ajustada, forzada, por material y/o por unión adhesiva o por un procedimiento térmico.
9. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** tiene al menos una abertura.
10. Pieza aislante del soplete de arco de plasma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** tiene al menos un rebaje o porque tiene al menos una ranura (3.8) o porque está diseñada para guiar un gas, en particular un gas de plasma, secundario o de refrigeración.

11. Conjunto formado por un electrodo (2) de soplete de arco o una boquilla de soplete de arco (4) o una tapa de boquilla (5) de soplete de arco o una tapa de protección (8) de soplete de arco o un soporte de la tapa de protección (9) del soplete de arco y una pieza aislante de soplete de arco de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 5 12. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** la pieza aislante del soplete de arco de plasma está en contacto directo con el electrodo (2) del soplete de arco de plasma y/o la boquilla (4) del soplete de arco de plasma o la tapa de la boquilla (5) del soplete de arco o la tapa de protección de la boquilla (8) del soplete de arco o el soporte de la tapa de protección de la boquilla (9) del soplete de arco.
- 10 13. Conjunto de un receptáculo (11) del soporte de la tapa protectora de la boquilla (9) del soplete de arco y un soporte de la tapa protectora de la boquilla (9) del soplete de arco, en el que el receptáculo (11) del soporte de la tapa protectora de la boquilla (9) del soplete de arco está formado como una pieza aislante del soplete de arco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 15 14. Conjunto de un electrodo (2) de soplete de arco de plasma y una boquilla (4) del soplete de arco de plasma, en el que entre el electrodo (2) de soplete de arco de plasma y la boquilla (4) del soplete de arco de plasma está dispuesta una pieza aislante de soplete de arco de plasma formada como pieza de guía de gas (3) de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 20 15. Conjunto de una boquilla (4) del soplete de arco de plasma y una tapa de protección de la boquilla (8) del soplete de arco, en el que una pieza aislante del soplete de arco de plasma formada como pieza de guía de gas secundario (7) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 está dispuesta entre la boquilla (4) del soplete de arco de plasma y la tapa de protección de la boquilla (8) del soplete de arco.
- 25 16. Conjunto de una tapa de boquilla (5) del soplete de arco y una tapa de protección de boquilla del soplete de arco (8), en el que una pieza aislante de soplete de arco formada como pieza de guía de gas secundario (7) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 está dispuesta entre la tapa de boquilla (5) del soplete de arco y la tapa de protección de boquilla (8) del soplete de arco.
- 30 17. Soplete de arco de plasma, en particular soplete de corte de arco de plasma (1), que comprende al menos una pieza aislante de soplete de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 35 18. Soplete de arco de plasma de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado porque** la pieza aislante del soplete de arco de plasma o una parte de la misma formada por material eléctricamente no conductor y material que es buen conductor del calor tiene al menos una superficie que actúa como superficie de contacto que está en contacto directo con al menos una superficie de un componente del soplete de arco de plasma que es buen conductor del calor, en el que el componente que es buen conductor del calor tiene una resistencia eléctrica específica de como máximo $0,01 \Omega \cdot \text{cm}$.
- 40 19. Soplete de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 y 18, **caracterizado porque** la pieza aislante del soplete de arco de plasma es una pieza de guía de gas.
- 45 20. Soplete de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, **caracterizado porque** la pieza aislante del soplete de arco de plasma tiene al menos una superficie que está en contacto directo con un medio de refrigeración durante el funcionamiento.
21. Soplete de arco de plasma, en particular soplete de corte de arco de plasma (1), que comprende al menos un conjunto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16.
22. Procedimiento de mecanizado de una pieza con plasma térmico o para el corte por plasma de arco o la soldadura por plasma de arco, **caracterizado porque** se usa un soplete de arco de plasma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 21.
23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizado porque** en el soplete de arco de plasma se acopla, además del haz de plasma, un haz de láser.

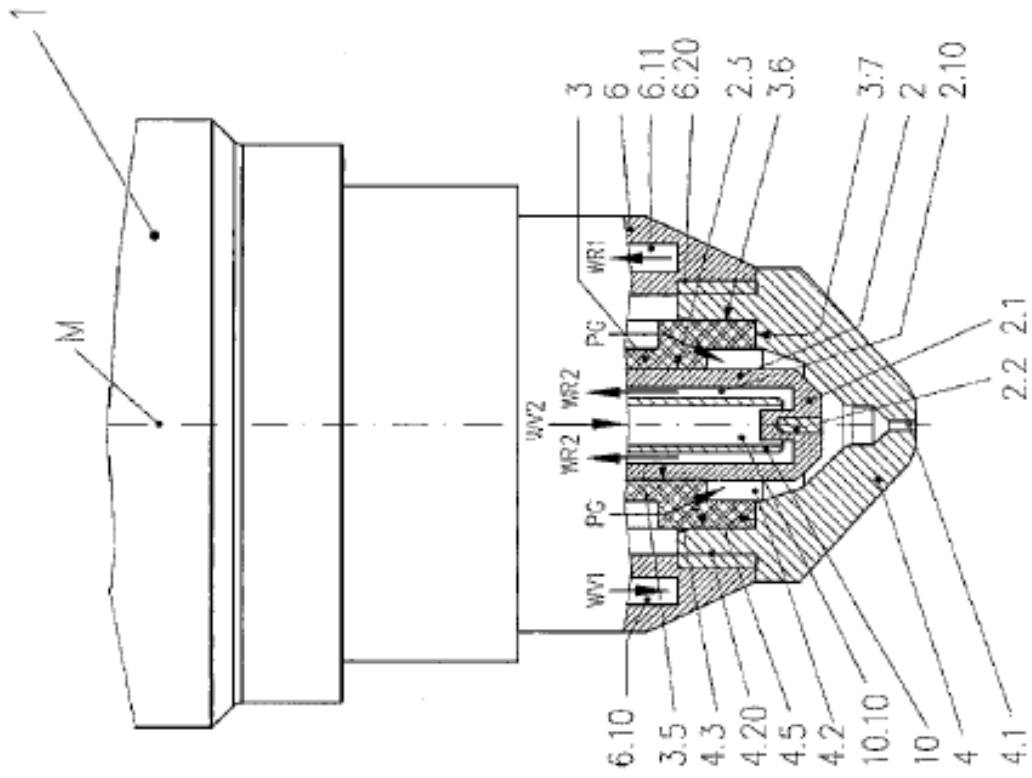


Figura 1

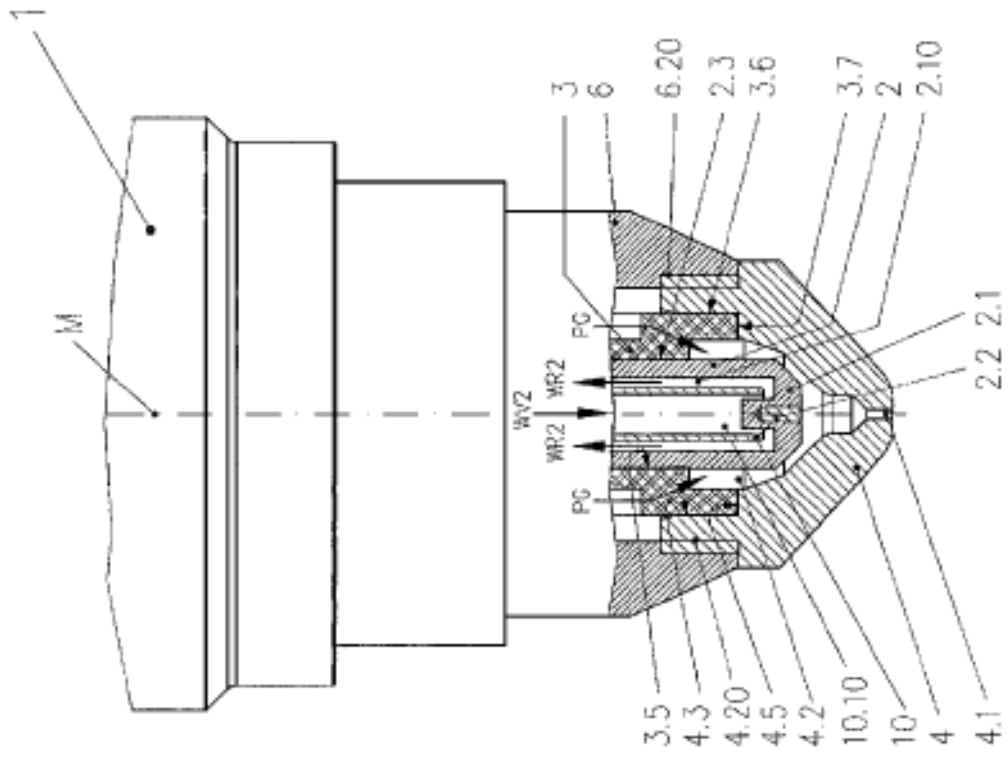


Figura 2

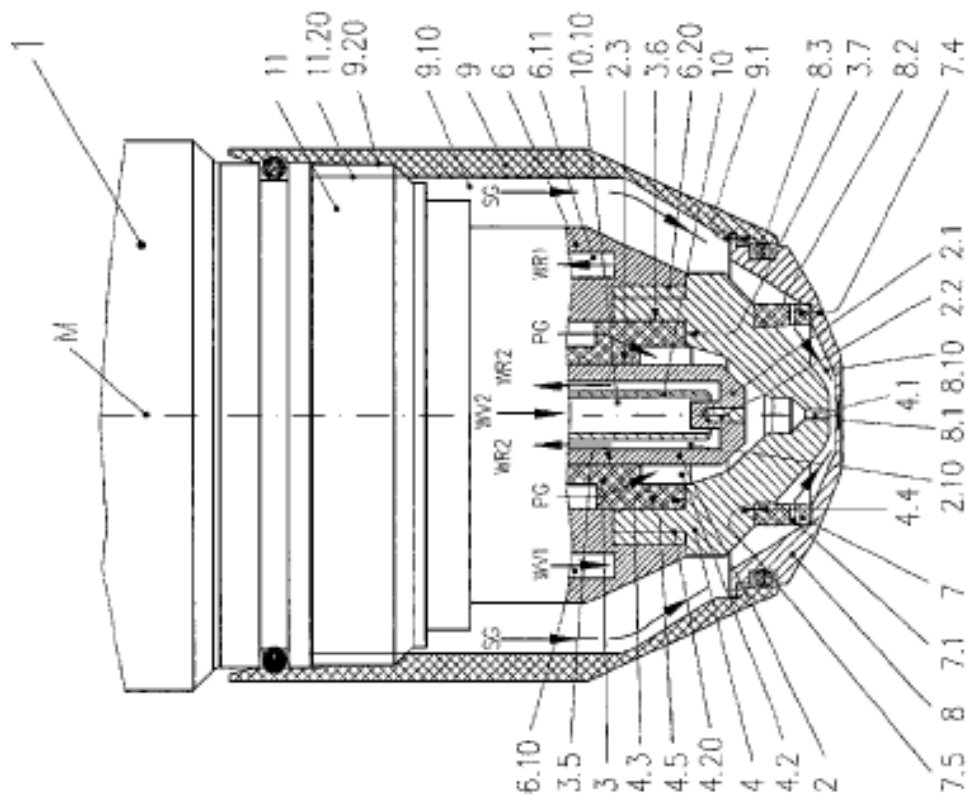


Figure 5

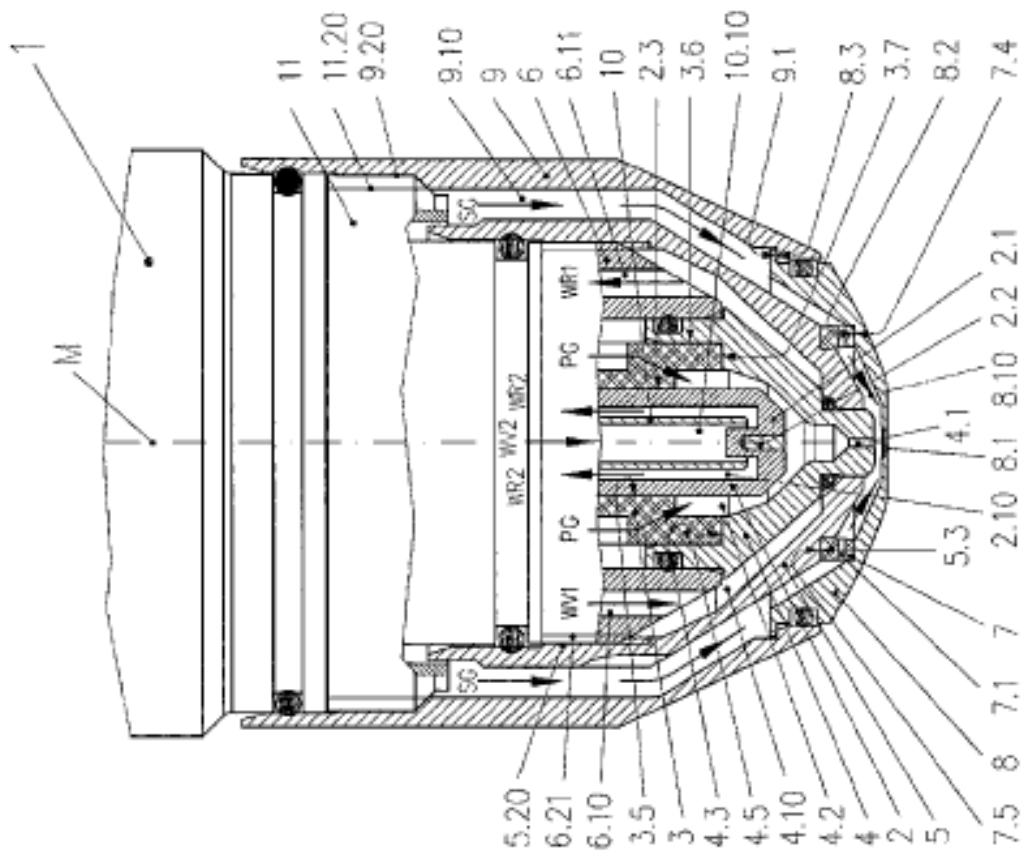


Figura 6

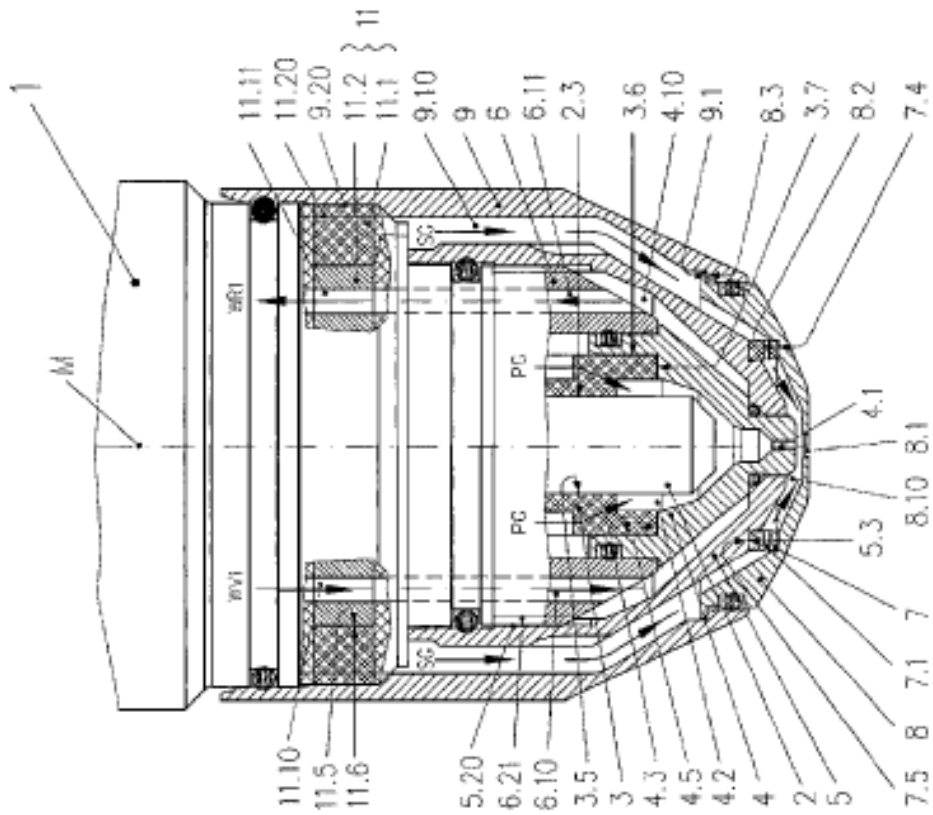


Figura 8

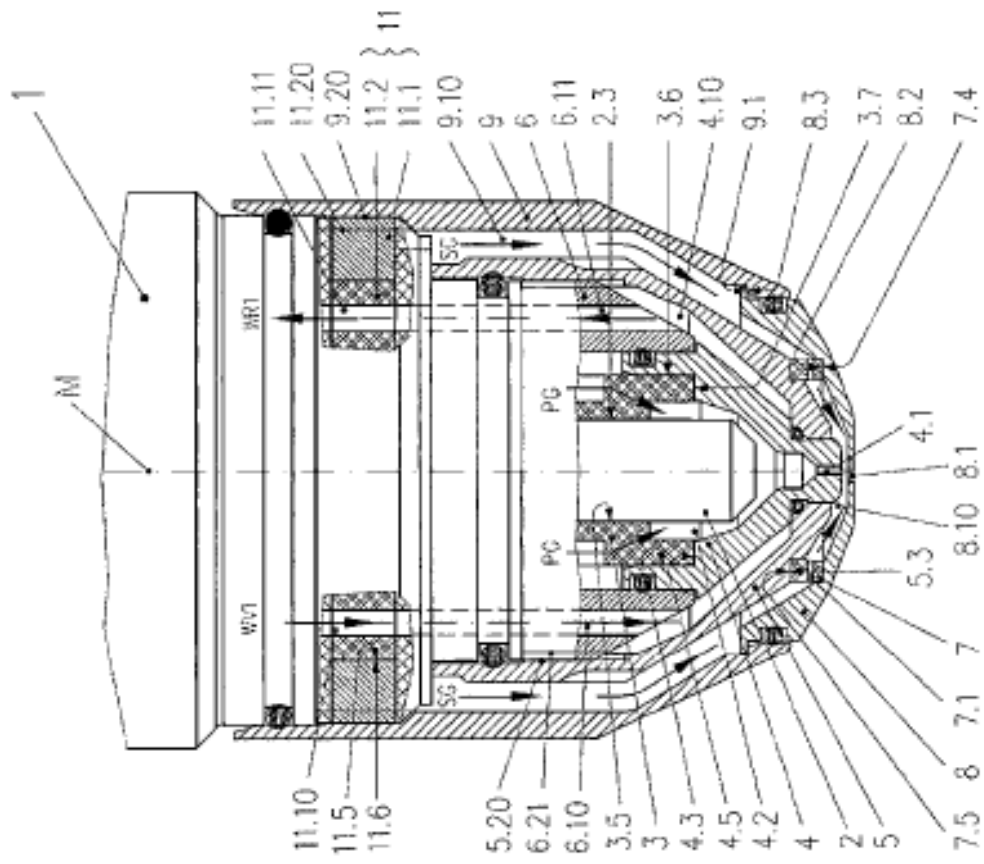


Figura 9

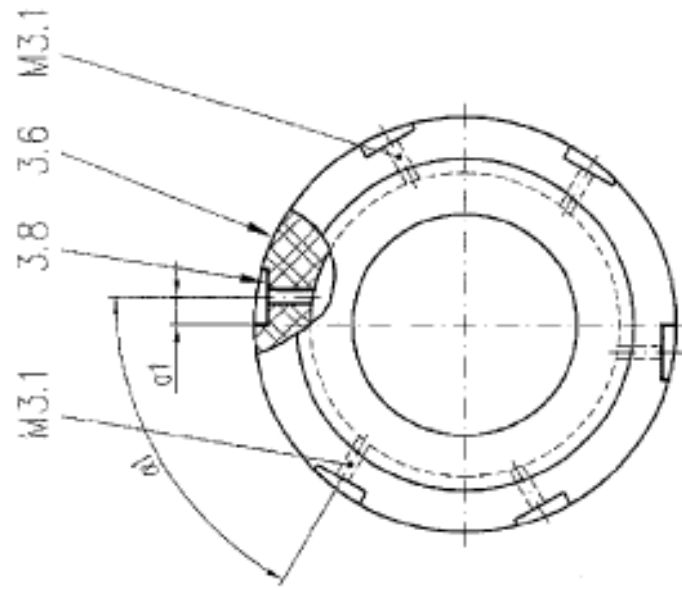


Figura 10b

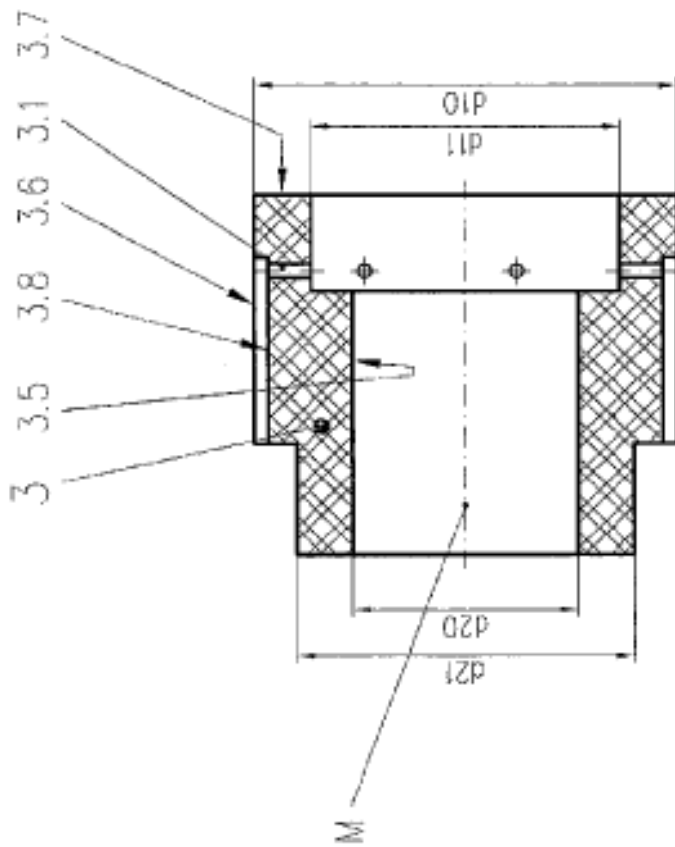


Figura 10a

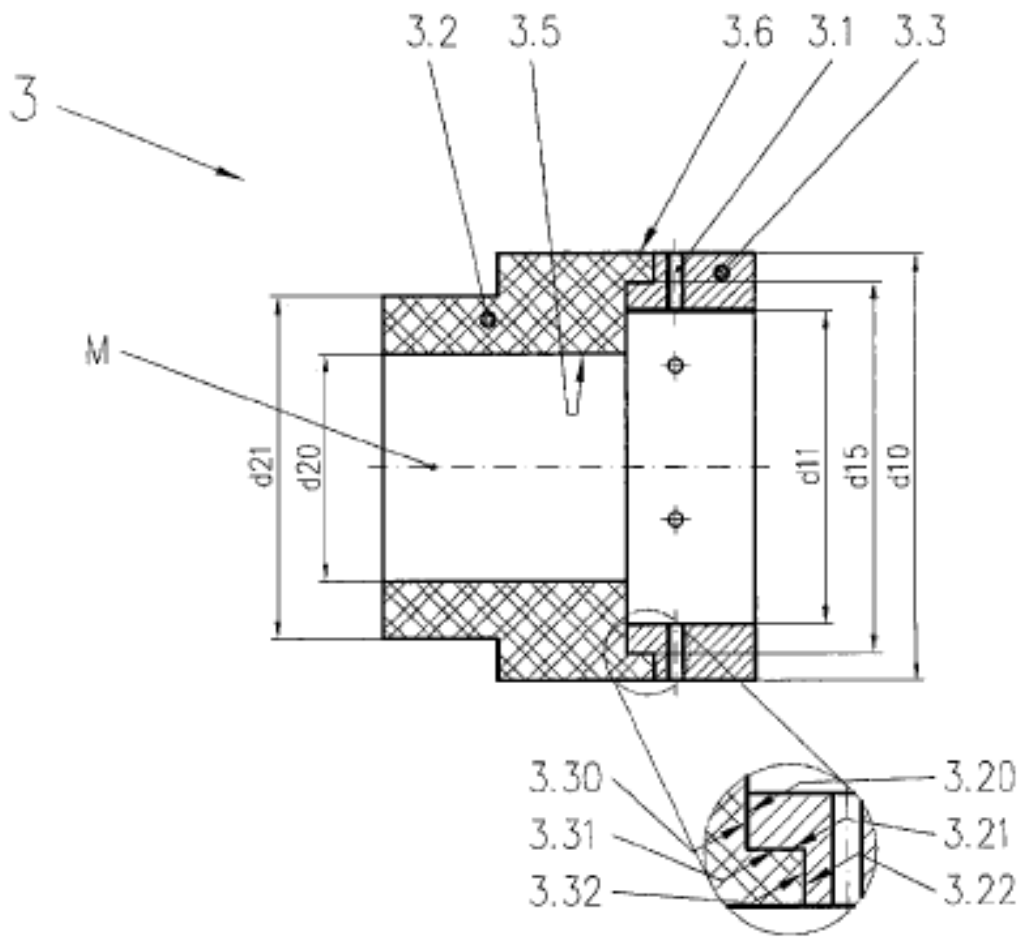


Figura 11a

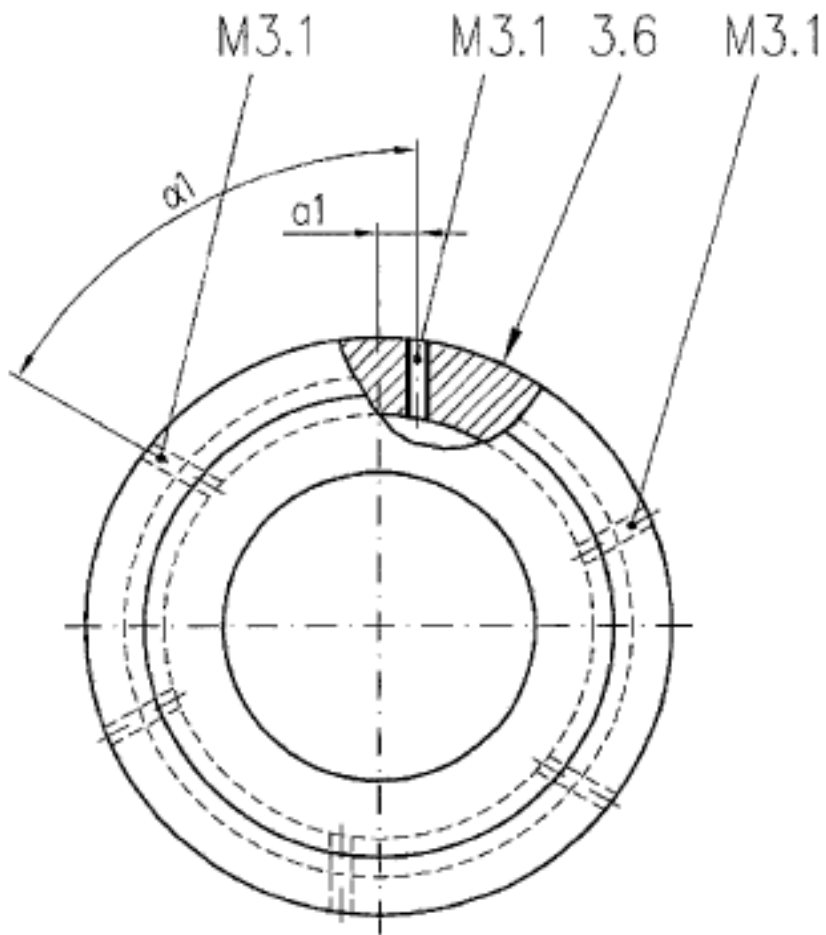


Figura 11b

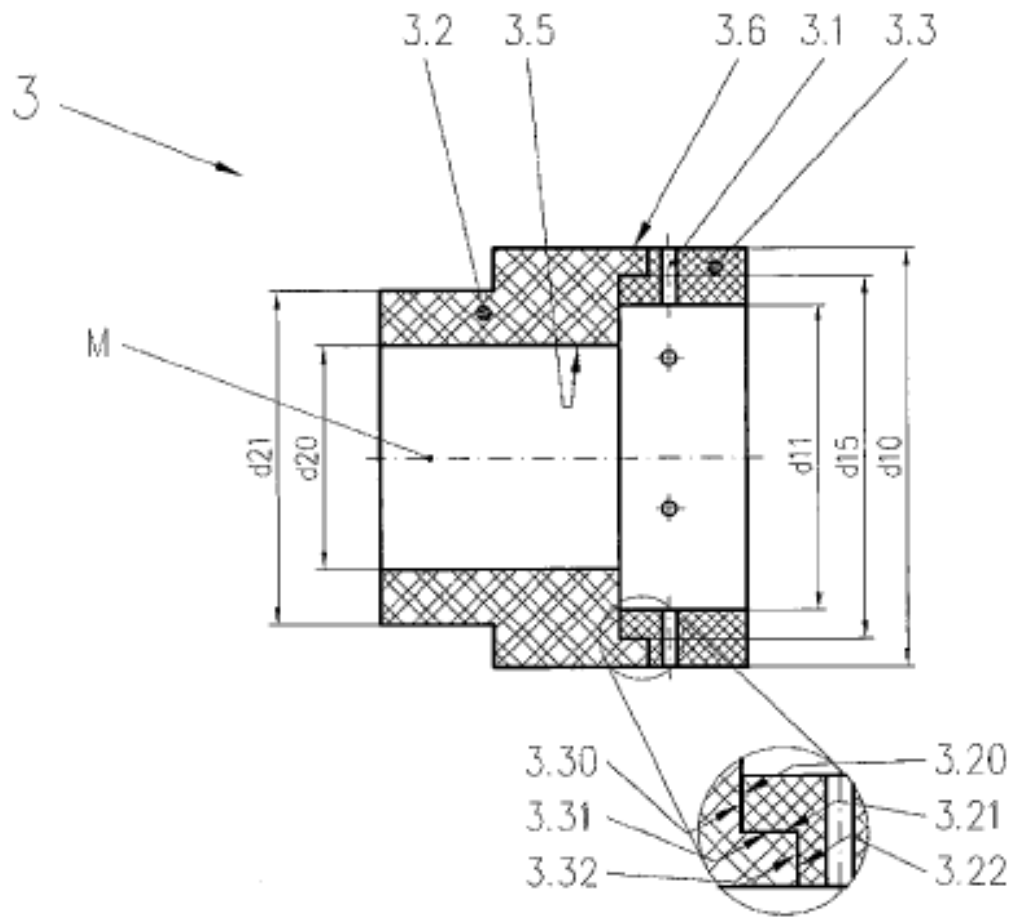


Figura 12a

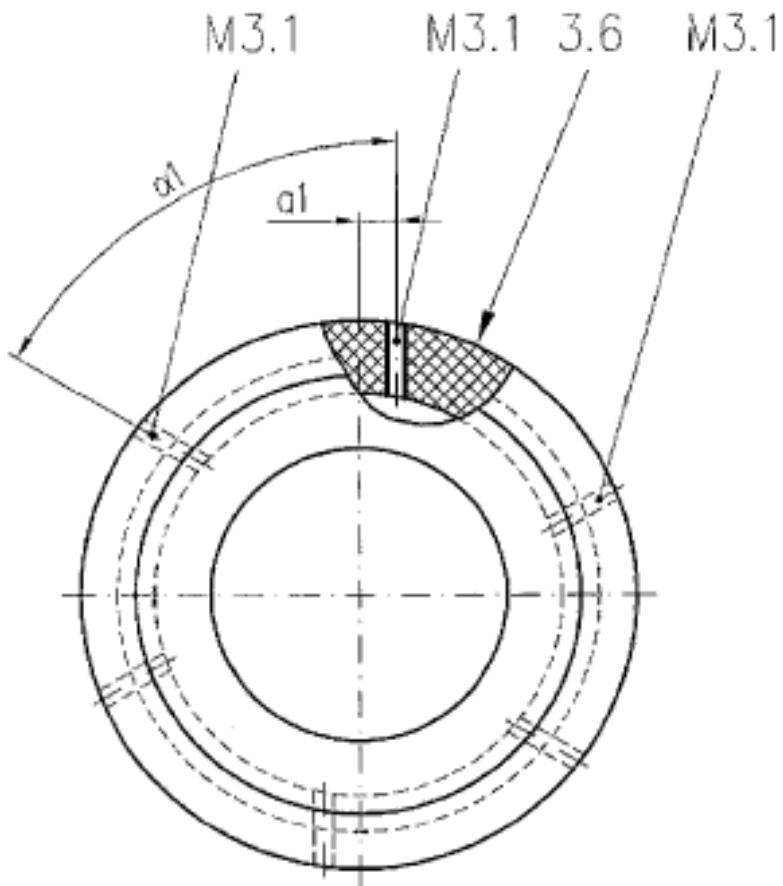


Figura 12b

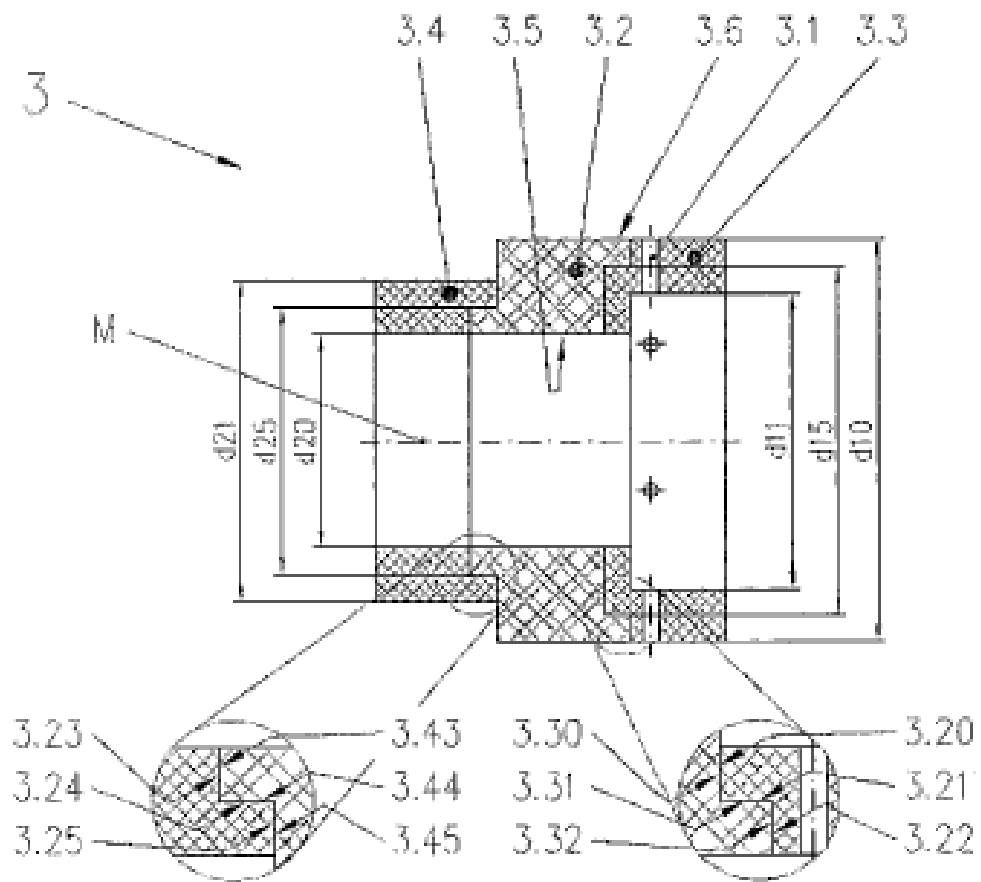


Figura 13a

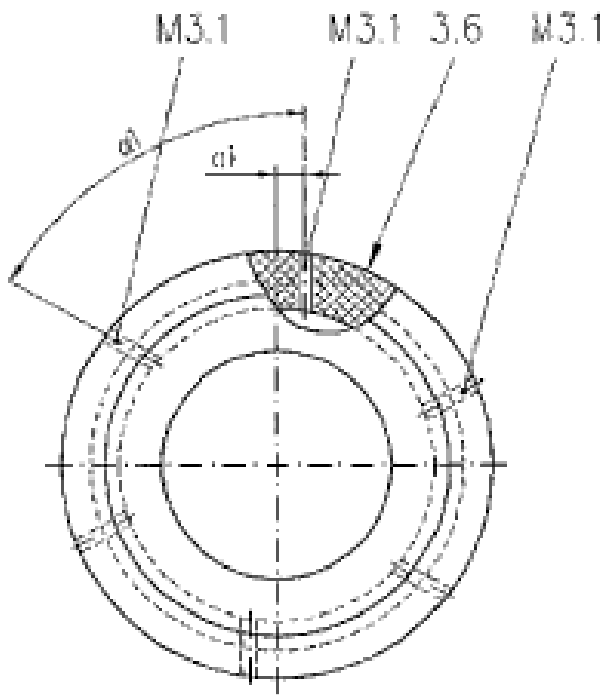


Figura 13b

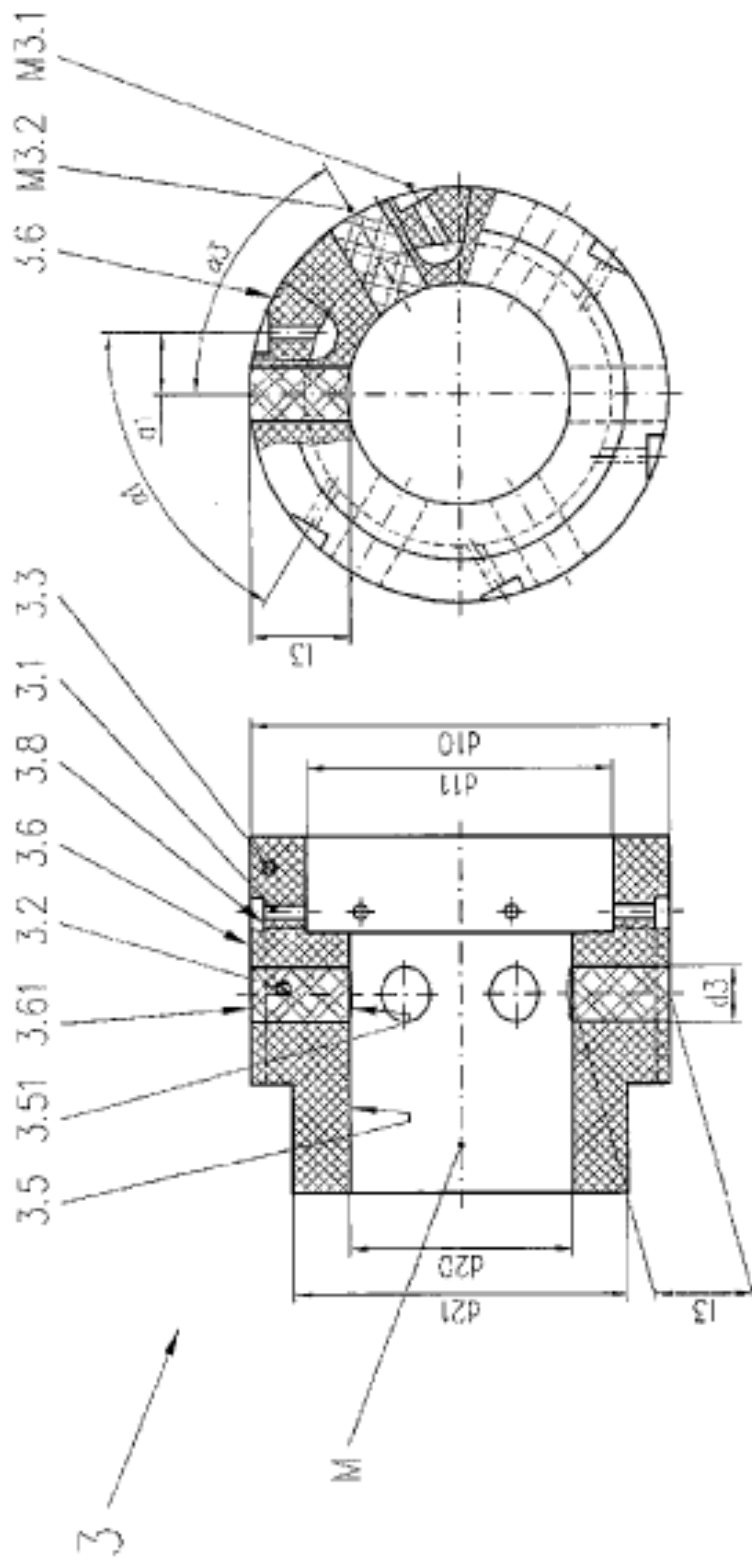


Figura 14b

Figura 14a

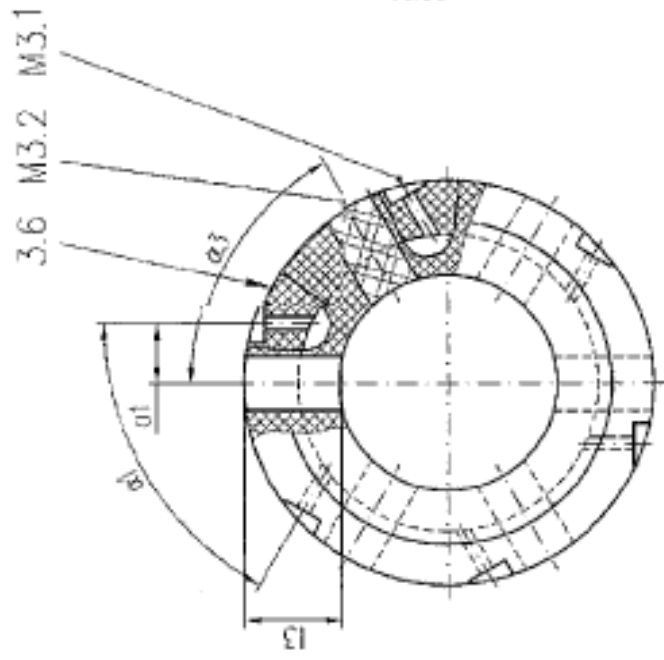


Figura 14d

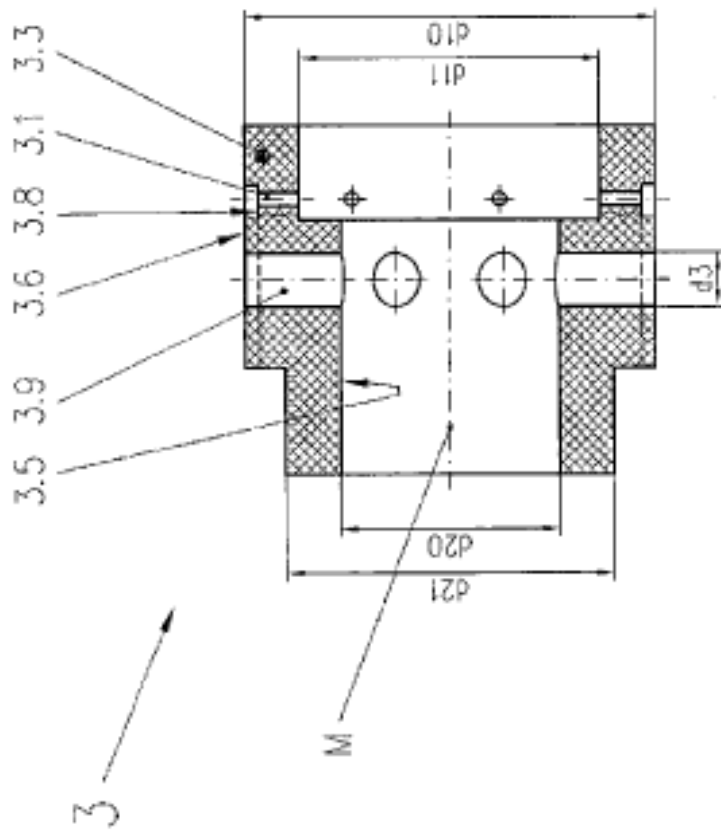


Figura 14c

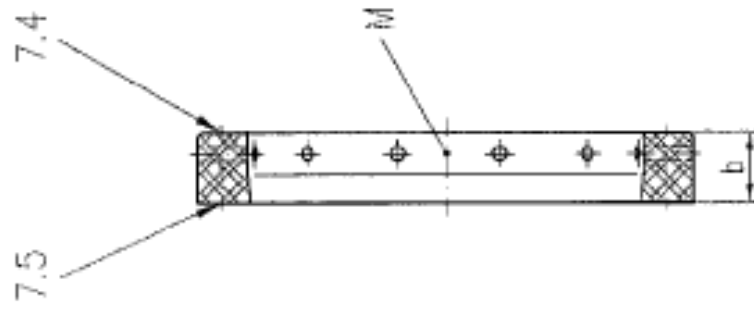


Figura 15b

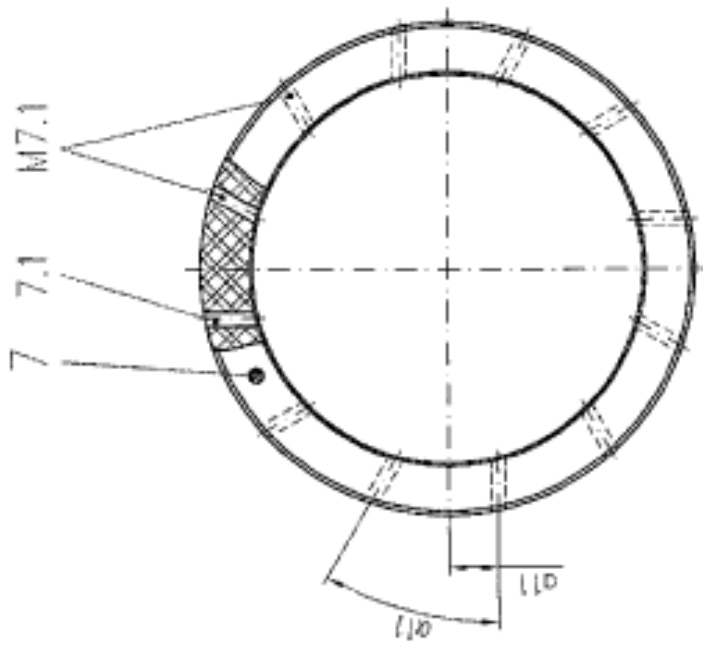


Figura 15a

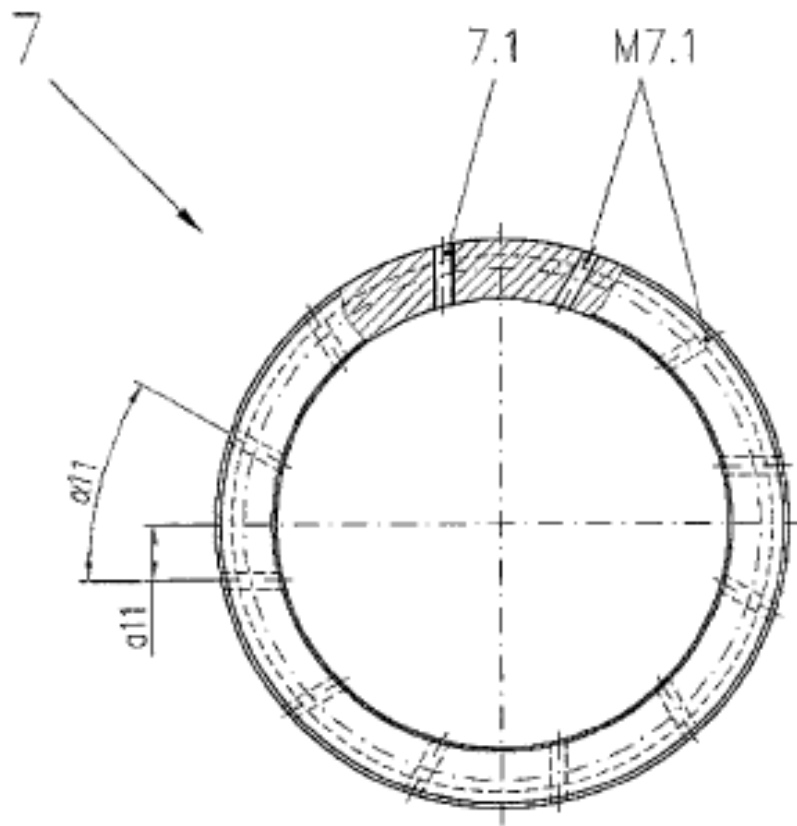


Figura 16a

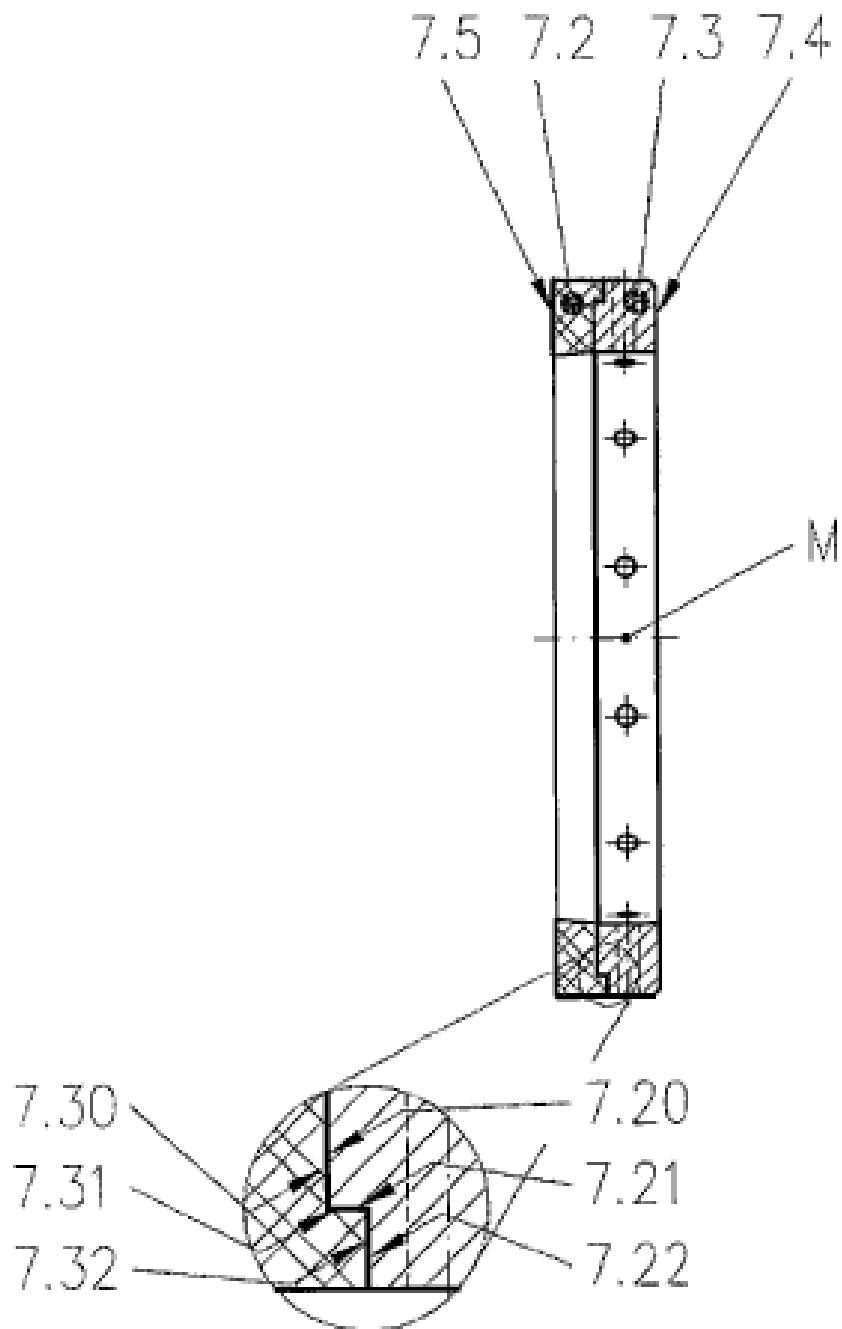


Figura 16b

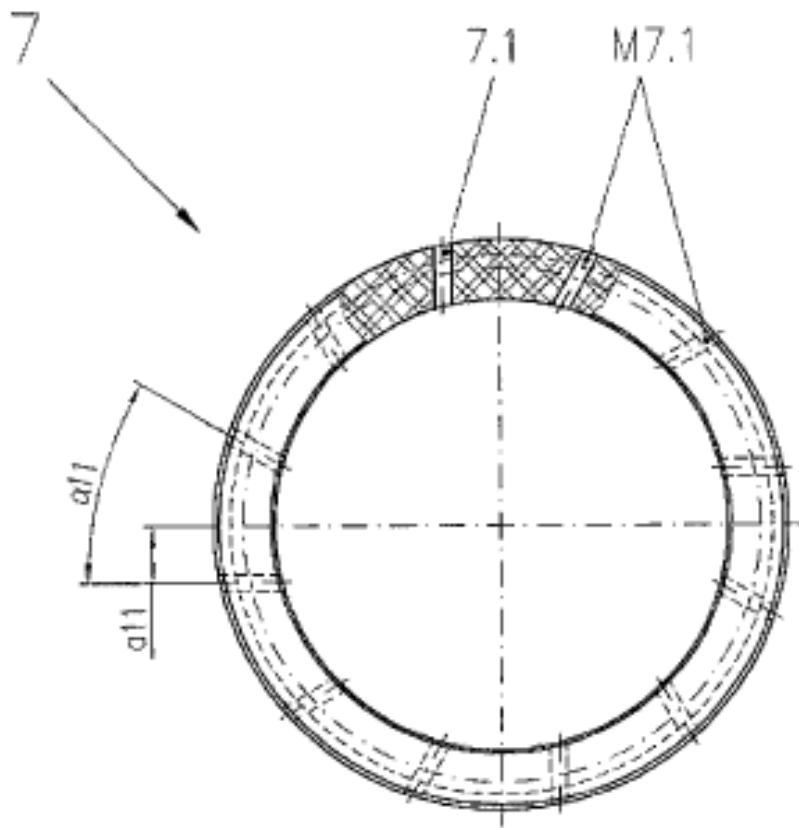


Figura 17a

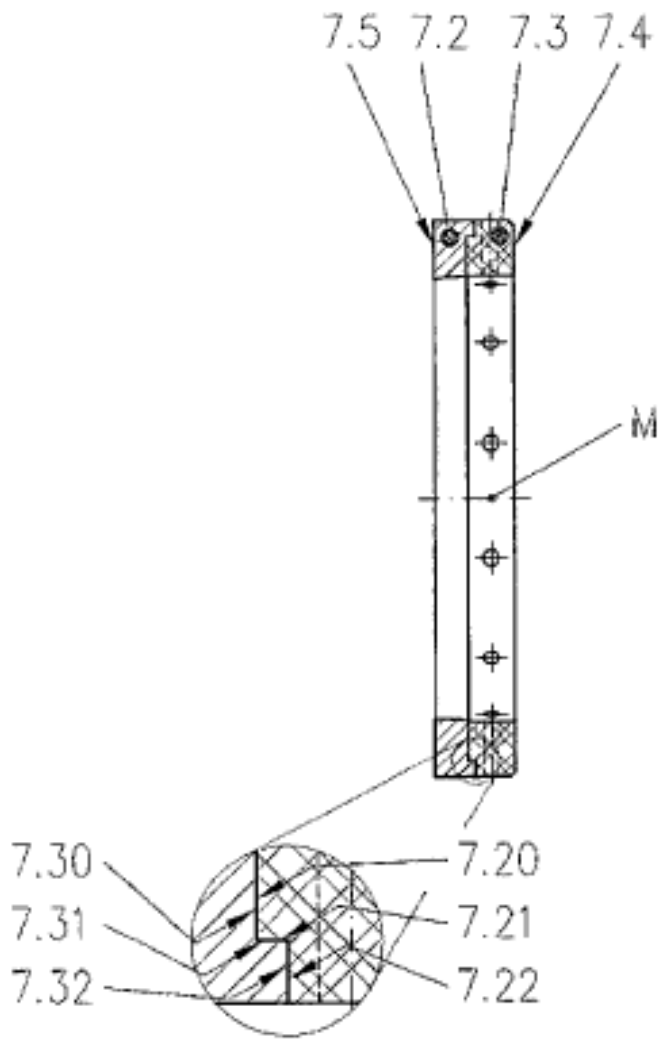


Figura 17b

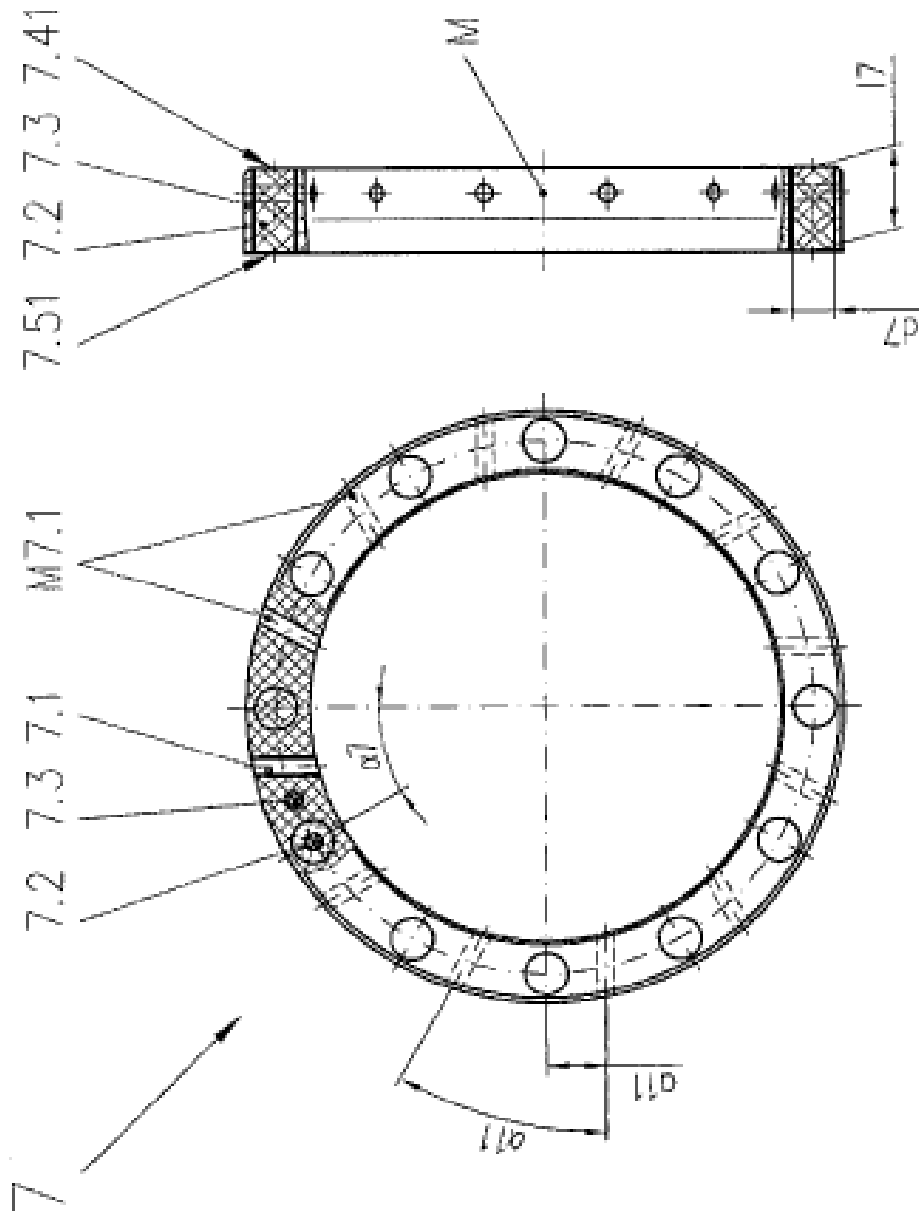


Figura 18b

Figura 18a

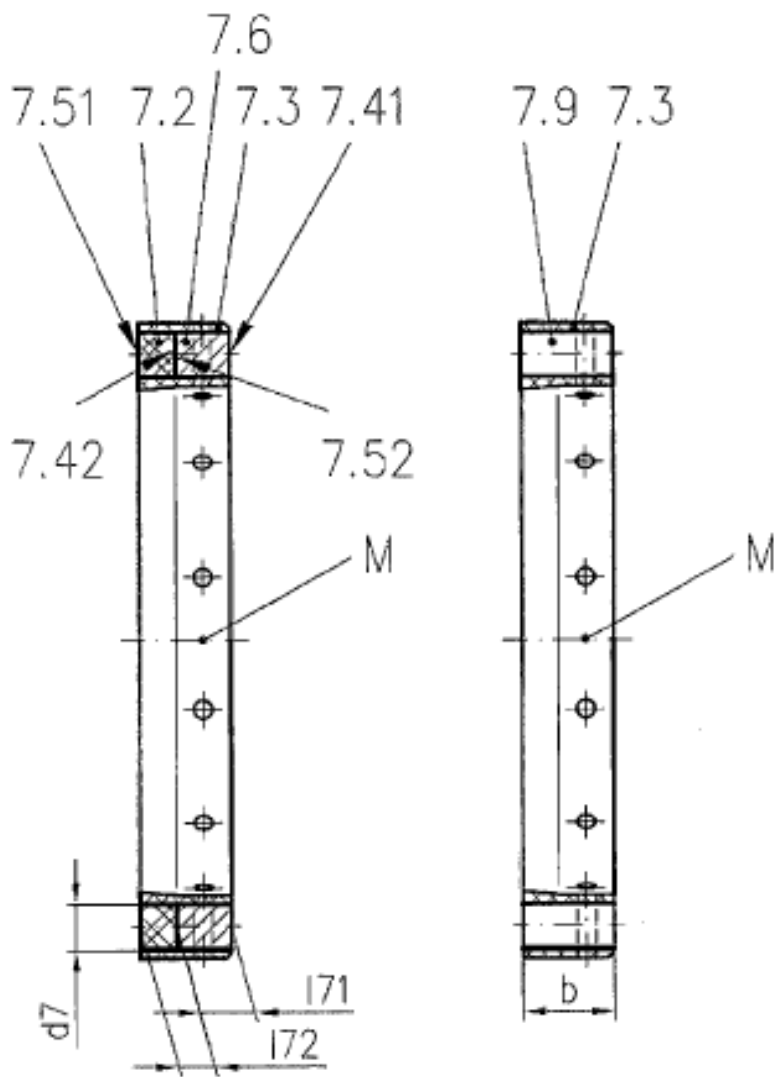


Figura 18c

Figura 18d

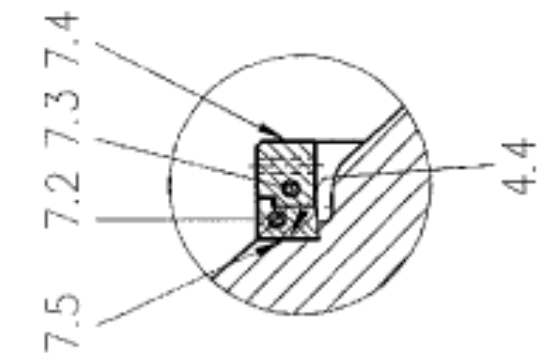


Figura 19b

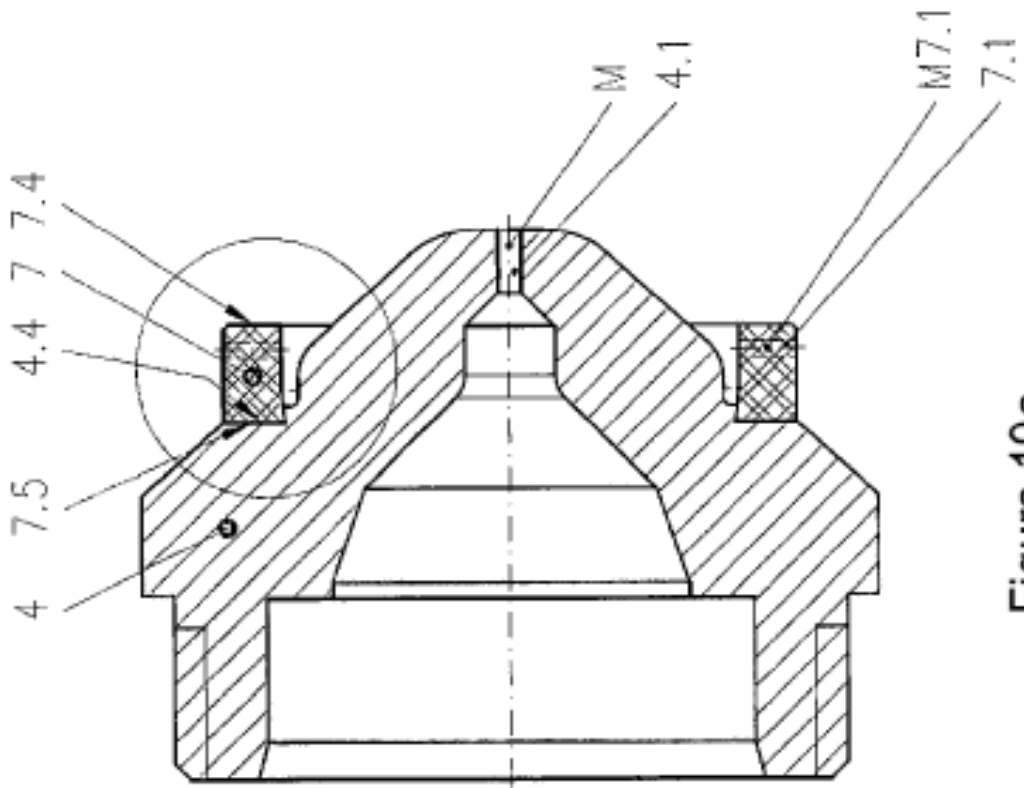


Figura 19a

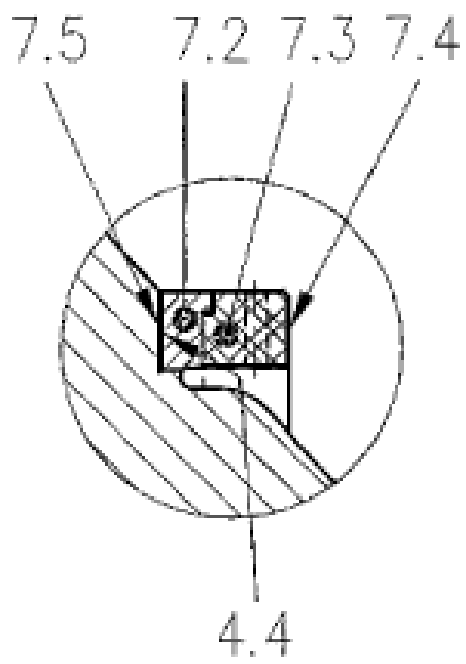


Figura 19c

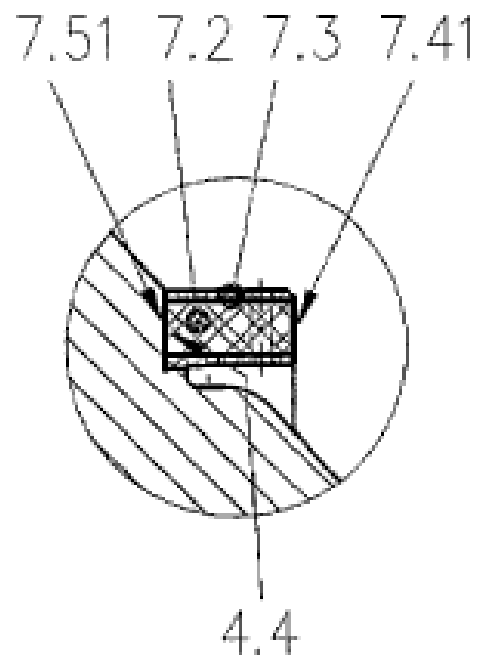
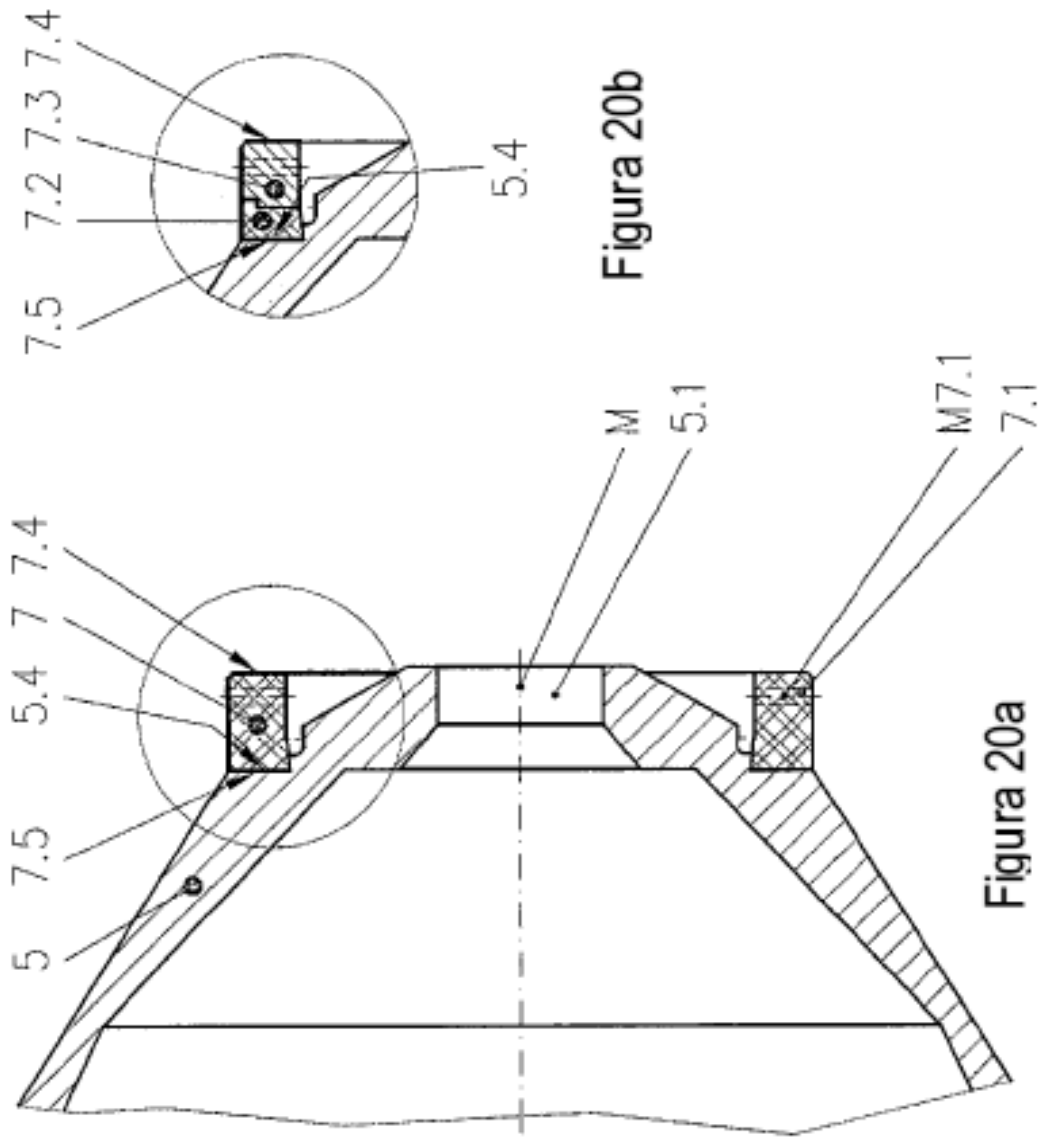


Figura 19d



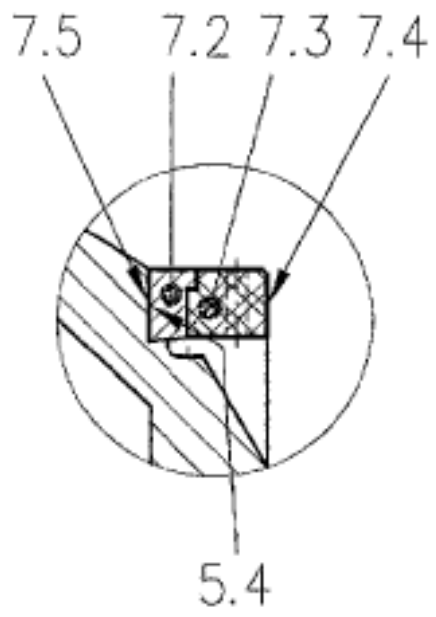


Figura 20c

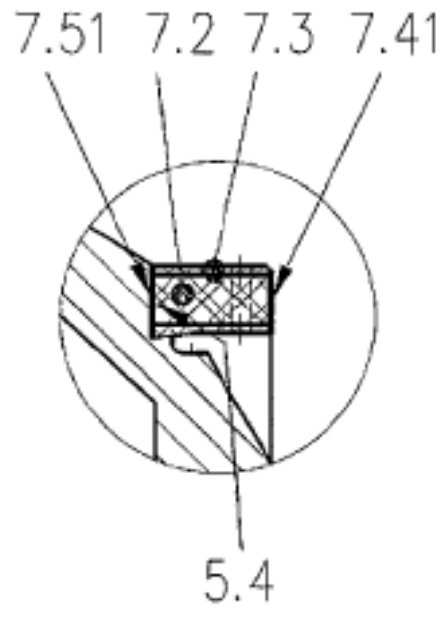


Figura 20d

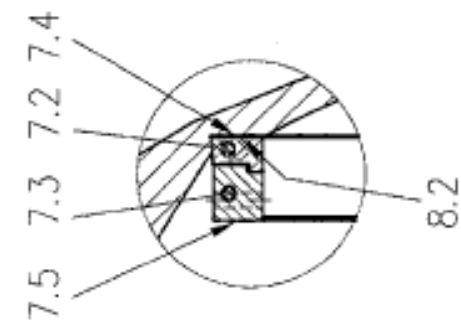


Figura 21b

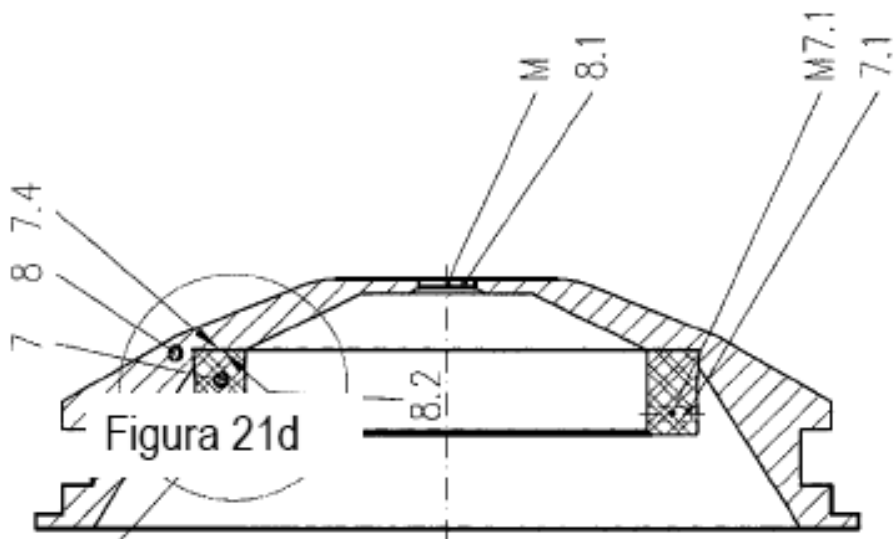


Figura 21a

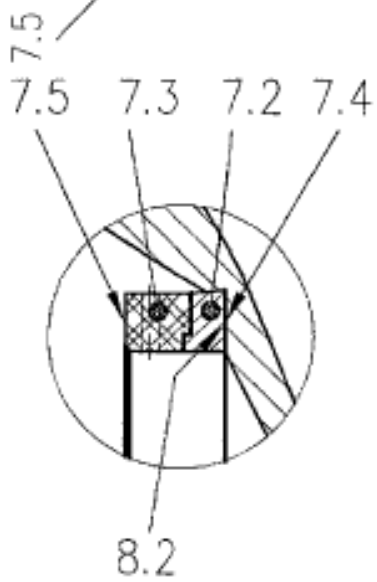


Figura 21c

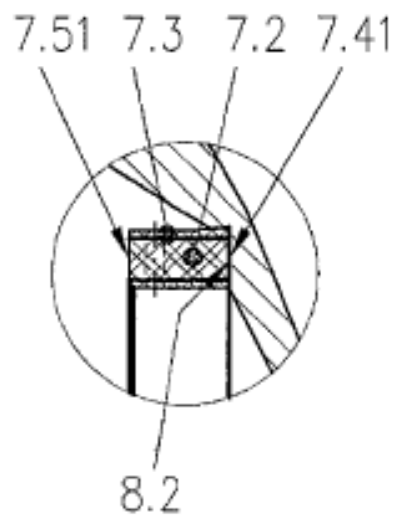


Figura 21d

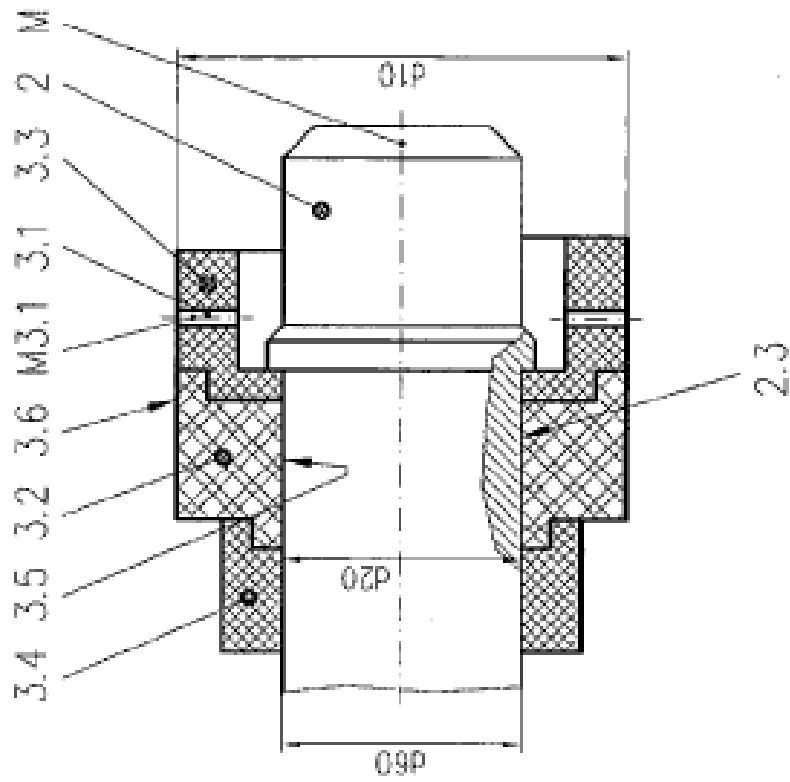


Figura 22b

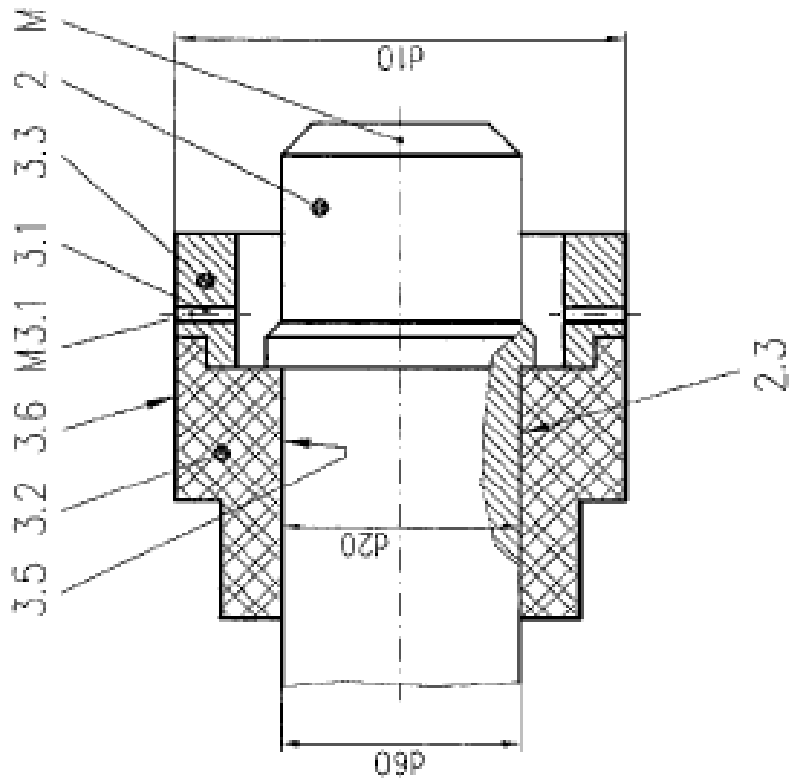


Figura 22a

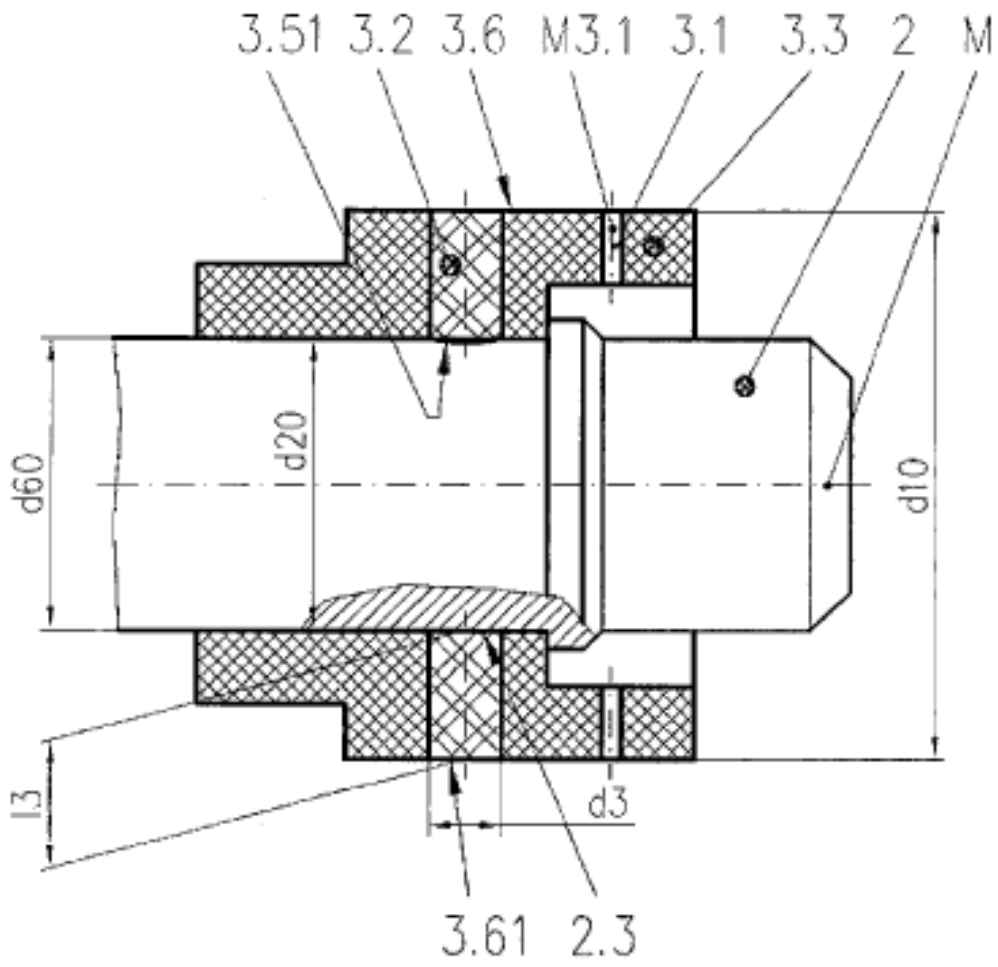


Figura 23